Tafeln und Formeln

aus

Astronomie und Geodäsie

Von

Carl Wirtz

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Ab Januar 1914 herausgegeben von

Dr. A. Berliner und **Prof. Dr. A. Pütter**

Berlin **Bonn**

52 Hefte im Jahr

Preis für das Vierteljahr M. 6.—; für das Einzelheft M. —.60

Im Jahrgang 1917 erschienen u. a. folgende Aufsätze:

Die Bedeutung der physikalischen Erkenntnistheorie Machs für das Geistesleben der Gegenwart. Von *Prof. Dr. Philipp Frank, Prag.*

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie. Von *Prof. Dr. Moritz Schlick, Rostock.*

Über die Bedeutung bunter Farben bei Pflanzen und Tieren. Von *C. v. Heß.*

Keimungsversuche mit Nachtkerzensamen. Von *Prof. Dr. Hugo de Vries, Lunteren.*

Die Innervation der Niere. Von *Prof. Dr. Leon Asher, Bern.*

Die Funktion der Milz. Von *Prof. Dr. Leon Asher, Bern.*

Über die Gerinnung des Blutes und ihre chemischen Grundlagen. Von *Dr. R. Klinger, Zürich.*

Die Struktur des Windes. Von *Privatdozent Dr. R. Seeliger, Berlin-Charlottenburg.*

Die Lothringer Eisenerze und ihre Bedeutung im Krieg und Frieden. Von *Geheimrat Prof. Dr. F. Frech, Breslau.*

Über die Elastizität der Erde. Von *Prof. Dr. W. Schweydar, Potsdam.*

Der Streit um das Elektron. Von *Prof. Dr. Walter König, Gießen.*

Emissions- u. Absorptionsspektren der Röntgenstrahlen. Von *Dr. Manne Siegbahn, Lund.*

Über die Anwendung der Quantenhypothese auf die Photochemie. Von *Professor Dr. E. Warburg, Berlin-Charlottenburg.*

Die neueren Forschungen der Valenzlehre. Von *Prof. Dr. Hugo Kauffmann, Stuttgart.*

Über die Herstellung reiner Metalle. Von *Geheimrat Prof. Dr. E. Mylius, Berlin-Charlottenburg.*

Die Ergebnisse der neueren Forschung über Atom- und Molekularwärmen. Von *Privatdozent Dr. Erwin Schrödinger, Wien.*

Hermann Lotze und seine Psychologie. Von *Prof. Dr. Erich Becher, München.*

Bisher erschienen folgende Sonderhefte:

Zweiter Jahrgang (1914), Heft 11:

Paul Ehrlich

zur Feier seines 60. Geburtstages

Preis M. —.60

Inhalt:

Oppenheimer, Prof. Dr. Carl, Berlin: Paul Ehrlich.

Michaelis, Prof. Dr. Leonor, Berlin: Die Bedeutung der Farbstoffe für Ehrlichs biologische Forschungen.

Morgenroth, Prof. Dr. J., Berlin: Die Begründung der experimentellen Chemotherapie durch Paul Ehrlich.

Bruck, Prof. Dr. C., Breslau: Salvarsan und Syphilis.

Gennerich, Marineoberstabsarzt Dr., Kiel: Zur Salvarsanfrage.

Benda, Dr. L., Frankfurt a. M.: Paul Ehrlich als Chemiker.

Jacoby, Prof. Dr. Martin, Berlin: Über Immunität.

Lewin, Prof. Dr. Carl, Berlin: Paul Ehrlichs Anteil an den Fortschritten der Krebsforschung.

Tardy, Prof. Dr. Rudolf, Breslau: Zuschriften an die Herausgeber: Paul Ehrlich auf dem Gymnasium.

Kleine Mitteilungen.

Probehefte jederzeit unentgeltlich von der

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9

Bitte wenden!

Die Naturwissenschaften

Dritter Jahrgang (1915), Heft 10:

Wilhelm Pfeffer

zur Feier seines 70. Geburtstages

Inhalt: Preis M. —.60

Haberlandt, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. G., Berlin-Dahlem: Wilhelm Pfeffer.
Cohen, Prof. Dr. Ernst, Utrecht: Wilhelm Pfeffer und die physikalische Chemie.
Czapek, Prof. Dr. Friedrich, Prag: Die Bedeutung von W Pfeffers physikalischen Forschungen für die Pflanzenphysiologie.
Kniep, Prof. Dr. H., Würzburg: Wilhelm Pfeffers Bedeutung für die Reizphysiologie.
Jost, Prof. Dr. L., Straßburg i. E.: Die Bedeutung Wilhelm Pfeffers für die pflanzenphysiologische Technik und Methodik.
Übersicht über die Pfeffer-Festschrift.
Verzeichnis der wichtigsten Arbeiten Pfeffers.
Adresse der Deutschen Botanischen Gesellschaft zu Pfeffers 50jährigem Doktorjubiläum.

Dritter Jahrgang (1915), Heft 44:

Adolf von Baeyer

zur Feier seines 80. Geburtstages

Inhalt: Preis M. —.60

Willstätter, Geheimrat Prof. Dr. R., Berlin-Dahlem: Adolf von Baeyer.
Karrer, Dr. P., Frankfurt a. M.: Über die Rolle der organischen Arsenverbindungen in der modernen Medizin.
Dieckmann, Prof. Dr. W., München: Adolf von Baeyers Arbeiten über die Harnsäuregruppe.
Friedlaender, Prof. Dr. P., Darmstadt: Die Bedeutung der Baeyerschen Indigoarbeiten.
Meyer, Geheimrat Prof. Dr. Richard, Braunschweig: Die Phthaleïne.
Dimroth, Prof. Dr. O., Greifswald: Adolf von Baeyers Arbeiten über die Konstitution des Benzols.
Harries, Geheimrat Prof. Dr. C., Kiel: Adolf von Baeyer und sein Einfluß auf die Entwicklung der Chemie der hydroaromatischen Verbindungen und Terpenkörper.
Wieland, Prof. Dr. H., München: Adolf von Baeyers Untersuchungen über Peroxyde und Oxonium-Verbindungen.
Schlenk, Prof. Dr. W., Jena: Adolf von Baeyers Stellung zum Problem der basischen Natur des Kohlenstoffs.

Vierter Jahrgang (1916), Heft 50:

Dem Andenken an

Werner Siemens

zur Jahrhundertfeier seines Geburtstages

Inhalt: Preis M. 1.60

v. Siemens, Geh. Reg.-Rat Dr. Wilhelm, Berlin-Siemensstadt: Werner Siemens und sein Wirkungsfeld.
Mie, Prof. Dr. Gustav, Greifswald: Werner Siemens als Physiker.
Dieterici, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. C., Kiel: Über das Leuchten der Flamme.
Korn, Prof. Dr. A., Berlin-Charlottenburg: Werner v. Siemens' Arbeiten über das Selen.
Aßmann, Geh. Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. Richard, Gießen: Werner v. Siemens' Arbeiten auf dem Gebiete der kosmischen Physik.
Harries, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. C., Berlin-Grunewald: Werner Siemens und seine Stellung in der Chemie.
Warburg, Wirkl. Geh. Ober-Reg.-Rat Prof. Dr. E., Berlin-Charlottenburg: Werner Siemens u. die Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
Görges, Geh. Hofrat Prof. Dr. H., Dresden: Werner Siemens' Verdienste um die Starkstromtechnik.
Strecker, Geh. Ober-Postrat Prof. Dr. K., Berlin: Werner Siemens' Verdienste um die Entwicklung der Telegraphie und Telephonie.
Jakob, Prof. Dr.-Ing. Max, Berlin-Charlottenburg: Werner Siemens' Tätigkeit auf mechanisch-technischem und wärmetechnischem Gebiet.
Rotth, Oberingenieur August, Berlin-Siemensstadt: Werner v. Siemens als Soldat und Kriegstechniker.
Ehrenberg, Geh. Hofrat Prof. Dr. Richard, Rostock: Werner Siemens und seine Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft.

Sechster Jahrgang (1918), Heft 17:

Max Planck

zur Feier seines 60. Geburtstages

Inhalt: Preis M. 4.—

Sommerfeld, Geheimrat Prof. Dr. A., München: Max Planck zum 60. Geburtstag.
Publikationsverzeichnis.
Warburg, Präsident Prof. Dr. E., Berlin-Charlottenburg: Über Plancks Verdienste um die Experimentalphysik.
Wien, Geheimrat Prof. Dr. W., Würzburg: Die Entwicklung von Max Plancks Strahlungstheorie.
Nernst, Geheimrat Prof. Dr. W., Berlin: Quantentheorie und neuer Wärmesatz.
von Laue, Prof. Dr. M., Frankfurt a. M.: Thermodynamik und Kohärenz.
Epstein, Dr. Paul S., München: Anwendungen der Quantenlehre in der Theorie der Serienspektren.
Reiche, Dr. Fritz, Berlin: Die Quantentheorie. Ihr Ursprung und ihre Entwicklung.
von Smoluchowski, Prof. Dr. M., Krakau: Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik.

31. 5. 18. 240.

Astron
Tables
W

Tafeln und Formeln

aus

Astronomie und Geodäsie

für die Hand des Forschungsreisenden,
Geographen, Astronomen und Geodäten

Von

Dr. Carl Wirtz
Universitätsprofessor in Straßburg i. E.

20985-8
7. 3. 27

Berlin
Verlag von Julius Springer
1918

Alle Rechte, insbesondere das
der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1918 by Julius Springer in Berlin.

Germany

Vorbemerkung.

Die vorliegende Tafelsammlung setzt sich als allgemeine Grenze der Genauigkeit ungefähr die 5stellige logarithmische Rechnung. Mehr kann und soll sie nicht leisten. Verlangt der Rechner höhere Schärfe, so stehen ihm je nach dem Felde seiner Tätigkeit mehrere Tafelwerke zu Gebote, die auf dem Gebiete der Ortsbestimmung und der theoretischen Astronomie die 7stellige Genauigkeit innehalten [1]).

Was jene Tafeln in getrennten Sammlungen bieten, das vermag infolge der geringeren Genauigkeitsansprüche unsere Tafel in einem Bande zu vereinigen.

Sie verfolgt ein doppeltes Ziel. Der erste Teil ist der geographischen Ortsbestimmung und der mathematischen Geographie gewidmet. Berücksichtigt werden nur solche Methoden, die der Forschungsreisende in fernen Ländern mit kleinem Universalinstrument und Spiegelsextant wirklich einschlagen kann. Rechnungsgenauigkeit etwa $0^s.1$ und $1''$. Beobachtungen am Passageninstrument blieben ganz außer acht. Denn dieser schwere Apparat ist kein Expeditionsinstrument. Der geographische Reisende, der in erster Linie Geograph und Geologe, nicht Astronom ist, wird sich neben einem leichten Universal nicht auch noch mit einem Durchgangsinstrument ausrüsten. So handelt es sich denn nur um Methoden, die auf Beobachtungen von Zenitdistanzen beruhen. Anders steht es um astronomisch-geodätische Expeditionen, etwa zur Festlegung eines kolonialen geodätischen Netzes; da treten Forderungen hervor, die diese Tafel nicht erfüllen will [2]).

Der zweite Teil bringt eine Auswahl von Tafeln zur theoretischen Astronomie, die teils der Bahnbestimmung, teils der Ephemeridenrechnung dienen. Die Genauigkeitsgrenze ist wieder die einer 5stelligen logarithmischen Rechnung. Einige Inkonsequenzen hier wie im ersten Teil sind nur scheinbar. Bei genäherter Bahn- und Ephemeridenrechnung oder bei der Bearbeitung alter Kometen, deren

[1]) Th. Albrecht, Formeln und Hilfstafeln für geographische Ortsbestimmungen. 4. Aufl. Leipzig 1908. VIII u. 348 S. gr. 8°. — L. Ambronn, J. Domke, Astronomisch geodätische Hilfstafeln. Mit 15 Nomogrammen. Berlin 1909. VI u. 142 S. gr. 8°. — J. Bauschinger, Tafeln zur theoretischen Astronomie. Mit 2 lithogr. Tafeln. Leipzig 1901. IV u. 148 S. gr. 8°.

[2]) Vergl. des Verfassers „Allgemeine Bemerkungen zur Ortsbestimmung auf Reisen", Zeitschr. f. Math. u. Phys. 64 (1917) 274.

mittlere Beobachtungsfehler häufig über $\pm 20''$ hinausgehen, wird man die Tafeln mit Gewinn gebrauchen.

Der Studierende und der Astronom findet in beiden Teilen des Buches alle diejenigen Tabellen und Zahlenwerte, deren er bei Beobachtungen an kleinen Instrumenten, an Universal und Refraktor, bei Kometen- und Planetenrechnungen bedarf. Der Forschungsreisende wird den I. Teil benutzen und der Astronom kann bei häufig vorkommenden genäherten Rechnungen sich mit Vorteil der kurzen Tafeln des II. Teiles bedienen, deren Schärfe in den für definitive Bahnbestimmungen und einfachere Störungsrechnungen bestimmten Teilen meist völlig zureicht. An geodätischen Tafeln und Formeln wurden einige mit aufgenommen, die bei der Bearbeitung von Messungen zur Kartierung eines Gebietes zur Hand sein sollen. Genauigkeit und Grad der Ausführlichkeit paßt sich eng dem Zweck an. Topographie blieb unberücksichtigt, es sei denn, daß man die in mehrfacher Einrichtung vorkommenden Tafeln zur barometrischen Höhenmessung dazu rechnen will.

Die Erläuterungen lehren den Gebrauch der Tafeln und führen in Beispielen die Methoden vor. Für einige Formelgruppen, die eine kompliziertere Rechnung, aber keine besonderen Tafeln erfordern, mußten Beispiele in die Zusammenstellung der Formeln eingereiht werden.

Interpolationstäfelchen sind nirgends beigefügt. Sie würden im Verhältnis zuviel Raum einnehmen und wären überdies von geringem Nutzen, da der erfahrene Rechner und sicher der moderne Forschungsreisende hier zum bequemeren und leistungsfähigeren Rechenschieber greift.

Die Sammlung wird auch für den Liebhaber der Astronomie von Wert sein, der neben den Tafeln zur mathematischen Geographie und theoretischen Astronomie einige weitere findet, die bei der Bearbeitung von Helligkeitsbeobachtungen nützlich sind. Dieselben Tafeln dienen dann freilich auch der Vorbereitung der Einzelheiten und der Reduktion für astrometrische Beobachtungen.

Das Buch entstand aus dem Wunsche, alle die Tafeln bequem zusammen zu haben, die bei vielen astronomischen Arbeiten, in Forschung und Lehre, gebraucht werden. Die Meinung über den Nutzen einer Tabelle hängt allerdings von Zufälligkeiten persönlicher Erfahrung, von Art und Umfang des Arbeitsgebietes ab. Die für jedes Zahlenwerk so wichtige typographische Ausgestaltung ließ sich den Zeitumständen angemessen noch befriedigend durchführen.

Bei der Korrektur bin ich in dankenswerter Weise von Dr. K. Schiller in Straßburg i. E. unterstützt worden.

Z. Zt. im Heeresdienst, Februar 1918.

C. Wirtz.

Empfehlenswerte Logarithmentafeln.

Sechsstellig: Bremikers logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit sechs Dezimalstellen. Neu bearbeitet von Th. Albrecht. Berlin, R. Stricker.

E. Hammer, Sechsstellige Tafel der Werte Log $\frac{1+x}{1-x}$. Leipzig, B. G. Teubner 1902.

Fünfstellig: Th. Albrecht, Logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit fünf Dezimalstellen. Berlin, P. Stankiewicz.

E. Becker, Logarithmisch-trigonometrisches Handbuch auf fünf Dezimalen. Leipzig, B. Tauchnitz.

C. Bremikers logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit fünf Dezimalstellen. Besorgt von A. Kallius. Berlin, Weidmann. — Dezimale Unterteilung des Grades.

Dazu als Ergänzung:

M. von Rohr, Die Logarithmen der Sinus und Tangenten für 0° bis 5° und der Cosinus und Cotangenten für 85° bis 90° von tausendstel zu tausendstel Grad. Berlin, Weidmann, 1900.

F. G. Gauß, Fünfstellige vollständige logarithmische und trigonometrische Tafeln. Halle, E. Strien; Stuttgart, K. Wittwer.

J. Peters, Fünfstellige Logarithmentafel der trigonometrischen Funktionen für jede Zeitsekunde des Quadranten. Berlin, G. Reimer 1912.

F. W. Rex, Fünfstellige Logarithmentafeln. Stuttgart, J. B. Metzler 1884, 1904.

Vierstellig: C. Bremikers Tafeln vierstelliger Logarithmen. Besorgt von A. Kallius. Berlin, Weidmann. — Dezimale Unterteilung des Grades.

F. G. Gauß, Vierstellige logarithmische und trigonometrische Tafeln. Schulausgabe. Halle, E. Strien.

F. W. Rex, Vierstellige Logarithmentafeln. Stuttgart, J. B. Metzler.

Dreistellig: J. Peters, Dreistellige Tafeln für logarithmisches und numerisches Rechnen. Berlin, P. Stankiewicz 1913.

Dreistellige Logarithmentafeln sind auch diesem Buche (Tafel 72) angehängt.

Als astronomische Ephemeride ist für den Forschungsreisenden besonders geeignet

Astronomisch-Nautische Ephemeriden für das Jahr . . . .
Herausgegeben von dem k. k. maritimen Observatorium in Triest. Triest.

Das handliche Buch erscheint in deutscher und italienischer Ausgabe und hält in den Ortsangaben gerade die Genauigkeit inne, die für den Forschungsreisenden die Rechnungsschärfe bildet, nämlich $0^s.1$ und $1''$.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Erläuterung der Tafeln 1

Tafeln.

Erster Teil.

Tafeln zur mathematischen Geographie und Ortsbestimmung.

1a. Immerwährende Sonnenephemeride 3, 65
1b. Scheinbarer Radius und Horizontalparallaxe der Sonne 74
1c. Verbesserung k wegen Jahresanfang 74
2. Verwandlung von Bogenmaß in Zeitmaß 75
3. Verwandlung von Zeitmaß in Bogenmaß 76
4. Verwandlung der Mittleren Zeit in Sternzeit 77
5. Verwandlung der Sternzeit in Mittlere Zeit 78
6. Verwandlung von Stunden, Minuten und Sekunden in Dezimalteile des Tages und umgekehrt 79
7. Halbe Tagebogen 4, 80
8. Stundenwinkel im Ersten Vertikal 5, 82
9. Zenitdistanz im Ersten Vertikal 5, 84
10. Verwandlung der Thermometer- und Barometer-Skalen 86
11. Reduktion des Quecksilberbarometers auf 0° (Messingskala) 87
12. Verwandlung von Graden und Minuten in Sekunden 89
13a. Mittlere Refraktion 5, 90
13b Verbesserung der mittleren Refraktion wegen Lufttemperatur . . 91
13c. Verbesserung der mittleren Refraktion wegen Luftdruck 92
13d. Logarithmische Refraktionstafel für große Zenitdistanzen 93
13e. Logarithmische Verbesserung der Refraktion wegen Luftdruck . . 95
13f. Logarithmische Verbesserung der Refraktion wegen Lufttemperatur 96
13g. Mittlere Refraktion als Funktion der wahren Zenitdistanz 97
14. Refraktionstafel für Mikrometermessungen 6, 98
15a. Kimmtiefe 7, 99
15b. Verbesserung der mittleren Kimmtiefe wegen Differenz der Wasser- und Lufttemperatur 99
16a. Zur Reduktion auf den Meridian: $m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$ 8, 100
16b. Zur Reduktion auf den Meridian: $n = \frac{2 \sin^4 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$ 100
17. Stundenwinkel der größten Sonnenhöhe 9, 105
18. Höhenparallaxe der Sonne 106
19. Höhenparallaxe der Planeten 106

Bemerkung. Stehen bei den Seitenzahlen zwei Angaben, so bezieht sich die erste auf die Erläuterung im Text, die zweite auf die Tafel. Eine einzelne Seitenangabe gilt für die Tafel.

		Seite
20a.	Genäherte Polhöhe aus der Zenitdistanz von Polaris: R_o	9, 107
20b.	Genäherte Polhöhe aus der Zenitdistanz von Polaris: S_o	108
21a.	Polhöhe aus der Zenitdistanz von Polaris: M_o	10, 109
21b.	Polhöhe aus der Zenitdistanz von Polaris: N_o	110
22.	Genähertes Azimut von Polaris	10, 111
23.	Zur Berechnung des genauen Azimuts von Polaris	11, 113
24.	Zur Berechnung des Azimuts für ein beliebiges Gestirn	11, 115
25.	Parallaktische Vergrößerung des Mondradius	14, 120
26a.	Verkürzung des Sonnen- und Mondradius durch Refraktion	14, 121
26b.	Korrektion der vorstehenden Tafel 26a	121
27.	Reduktion der Mondparallaxe	14, 121
28a.	Zur Berechnung der Refraktion in Distanz: $4.1\,\varrho$ } Monddistanzen: III. Korrektion	15, 122
28b.	Zur Berechnung der Refraktion in Distanz: A } Monddistanzen: III. Korrektion	123
28c.	Zur Berechnung der Refraktion in Distanz: B } Monddistanzen: III. Korrektion	124
28d.	Verbesserung der Refraktion in Distanz wegen Lufttemperatur	125
28e.	Verbesserung der Refraktion in Distanz wegen Luftdruck	126
29.	Höhenparallaxe des Mondes	127
30.	Monddistanzen: IV. Korrektion, höhere parallaktische Glieder	15, 128
31.	Monddistanzen: V. Korrektion, kleine parallaktische und Refraktionsglieder	16, 130
32.	Monddistanzen: VI. Korrektion, Verbesserung wegen Erdfigur	16, 131
33.	Monddistanzen: VII. Korrektion, Verbesserung wegen Sonnenparallaxe	16, 132
34.	Genäherte Reduktion der scheinbaren auf wahre Monddistanz	21, 133
35.	Zur Berechnung der Distanz naher Sterne	24, 135
36a.	Präzession in Rektaszension p_α	24, 136
36b.	Präzession in Deklination p_δ	24, 137
37.	Zur Berechnung der Präzession in Rektaszension und Deklination und in den Bahnelementen	24, 138
38a.	Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination	26, 139
38b.	Zehnjährige Präzession in Positionswinkel	26, 146
39.	Aberration in Positionswinkel und Distanz	27, 149
40.	Ellipsoidische Erdfigur	28, 152
41.	Tafeln zur sphäroidischen Übertragung	29, 154
42a.	Meridianbogen M vom Äquator bis zur Breite φ	33, 157
42b.	Interpolationsfaktoren der zweiten Differenzen für Minutenteilung	33, 158
43.	Zur Berechnung der parallaktischen Faktoren	33, 159
44.	Dimensionen der Erde nach Helmert-Hayford	34, 160
45.	Normalzeiten der wichtigeren Länder	161
46a.	Maßvergleichungen	34, 162
46b.	Lineare Ausdehnungskoeffizienten für 1° C innerhalb der gewöhnlichen Gebrauchstemperaturen	35, 162
47.	Barometrische Höhenmessung	35, 163
	Ia. Schwerekorrektion für die geographische Breite	35, 163
	Ib. Schwerekorrektion für Seehöhe	35, 163
	IIa. Korrektion der Temperatur für Änderung der Schwere mit der Breite	36, 163
	IIb. Korrektion der Temperatur für Feuchtigkeit	36, 164
	IIc. Zur genäherten Berechnung des Dampfdrucks im oberen Niveau	36, 164
	III. $18400 \cdot \log \frac{760}{p}$	36, 165
	IV. Temperaturkorrektion	36, 166
	V. Korrektion wegen Abnahme der Schwere mit der Höhe	36, 167

		Seite
	VI. Korrektionsfaktor zum Übergang auf linear mit der Höhe abnehmende Lufttemperatur	36, 167
	VII. Zur genäherten Berechnung der Höhe	37, 168
	VIII. Logarithmische Höhentafeln	38, 169
48.	Sättigungsdrucke des Wasserdampfes	39, 171

Zweiter Teil.

Tafeln zur theoretischen Astronomie.

49.	Julianische Periode	39, 172
50a.	Wahre Anomalie in der parabolischen Bewegung	40, 174
50b.	Wahre Anomalie in der Parabel für große v	41, 177
51a.	Wahre Anomalie in parabelnahen Bahnen: log f, log E	42, 178
51b.	Wahre Anomalie in parabelnahen Bahnen: log G	179
51c.	Wahre Anomalie in parabelnahen Bahnen: log H	180
52.	Perihelzeit in parabelnahen Bahnen	43, 181
53.	Auflösung der Keplerschen Gleichung für $e < 0.25$	44, 182
54.	Auflösung der Keplerschen Gleichung für $e < 0.6$	44, 182
55.	Zur Ermittelung der Sehne in der parabolischen Bewegung	45, 183
56.	Verhältnis $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}} = y$ in der Parabel	45, 183
57a.	Verhältnis $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}} = y$ in Ellipse und Hyperbel: $\log y^2$	46, 184
57b.	Zur Ermittelung von $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}} = y$ in Ellipse und Hyperbel: ξ	186
58	Enckes f-Tafel	48, 187
59.	Zur Berechnung der Differentialquotienten in der Parabel	49, 188
60.	Bahnverbesserung für große Exzentrizitäten	51, 191
61a.	Interpolation nach der Besselschen Formel	53, 193
61b.	Interpolation nach der Newtonschen Formel	53, 194
62.	Astronomische Konstanten	55, 196
63.	Mathematische Konstanten	196

Dritter Teil.

Formeln.

64.	Berechnung der Beobachtungsfehler	55, 197
65.	Auflösung von Gleichungen mit drei Unbekannten nach der Methode der kleinsten Quadrate	56, 198
66.	Formeln zur Ortsbestimmung	59, 199
	Zeitbestimmung aus einer Zenitdistanz	199
	Breitenbestimmung aus einer Zenitdistanz	199
	Berechnung der Zenitdistanz	199
	Berechnung des Azimuts	200
	Azimut und Zeit aus einer Distanzmessung	200
	Längenbestimmung aus einer Sternbedeckung	204
67.	Formeln zur theoretischen Astronomie	59, 209
	Äquatoreale Koordinaten (α, δ) in ekliptikale (λ, β)	209
	Anomalie und Radiusvektor in der Ellipse	209
	Gaußsche Äquatorkonstanten	210
	Geozentrischer Ort	210
	Transformation der Bahnlage	211
	Heliozentrische Koordinaten	212
	Allgemeine Beziehungen in der Ellipse	212

Anhang.

		Seite
68.	Refraktionstafeln nach Radau's Theorie	59, 213
68a.	Normale Refraktion	60, 213
68b.	Temperaturfaktor A	215
68c.	Faktor α	216
68d.	Faktor τ	216
68e.	Luftdruckfaktor B	217
68f.	Faktor β	217
69.	Mittlere Extinktion	61, 218
	a. Argument Wahre ZD	218
	b. Argument Scheinbare ZD	218
70.	Photometrische Größenklassen und Intensitäten	61, 219
71.	Reduktion beobachteter Zeiten auf die Sonne. Scheinbare Sonnenlänge	62, 220
72.	Dreistellige Logarithmentafel	221
	a. Additions- und Subtraktionslogarithmen	221
	b. Logarithmen der Zahlen	222
	c. Logarithmen der trigonometrischen Funktionen	224
	d. Logarithmen der trigonometrischen Funktionen der in Zeit ausgedrückten Winkel	227
73.	Phasenwinkel	230, 231
74.	Wahrscheinlichkeitsintegral	232

Berichtigungen.

Seite 6, Zeile 15 von oben statt 0_0 lies $0°$.
Seite 25, Zeile 3 von unten statt 25^m lies 52^m.
Seite 111, $t = 8^h\ 40^m$ $\varphi = 46°$ statt 71 lies 73.

ERLÄUTERUNGEN.

1. Immerwährende Sonnenephemeride.

Als erste Tafel der Sammlung ist eine immerwährende Sonnenephemeride aufgenommen. Sie enthält im Hauptteil (Tafel 1a) die scheinbare Rektaszension, die scheinbare Deklination, die Zeitgleichung und die Sternzeit im mittleren Mittag auf 1^s und $0^s.1$ genau, außerdem den Logarithmus des Radiusvektors R der Sonne auf 5 Dezimalstellen. Alle Angaben beziehen sich auf den mittleren Greenwicher Mittag. Für die Monate Januar und Februar stehen in der Argumentspalte unter G und S nebeneinander die für ein Gemeinjahr und ein Schaltjahr gültigen Daten.

Die Tafel 1b enthält den scheinbaren Sonnenradius auf 1″ und die Äquatoreal-Horizontalparallaxe auf 0″.1 von 10 zu 10 Tagen. Mittlerer scheinbarer Sonnenradius = 15′ 59″.63, mittlere Horizontalparallaxe = 8″.80.

Durch die Tafel 1c wird die Übertragung der Sonnenephemeride auf ein beliebiges Jahr zwischen 1900 und 1950 ermöglicht. Sie gibt die Verbesserungen k wegen Jahresanfang in Bruchteilen des Tages an, die man Jahr für Jahr an die Greenwichzeit anbringen muß, bevor man in die Ephemeride eingeht. Die Schaltjahre sind durch ein * gekennzeichnet. Für Tafel 1b spielen diese Korrektionen k der Zeit keine Rolle.

Die Ephemeride gilt für eine Schiefe der Ekliptik $\varepsilon = 23° 27'.0$. In den Jahren 1900—1950 kann durch diese feste Annahme von ε ein Fehler von $0^s.3$ in die Rektaszension und 0′.3 in die Deklination hineingetragen werden, soweit er nur von der gleichförmigen Abnahme der mittleren Schiefe herrührt. Infolge der Nutation und der Planetenstörungen treten weitere mögliche Fehler von 3^s in Rektaszension und 0′.2 in Deklination hinzu.

Jedenfalls vermag man dieser Sonnenephemeride für den Tafelzeitraum Örter zu entnehmen, die auf etwa 3^s und 0′.5 und auf 3 Einheiten der 5^{ten} Stelle im log R genau sind. Diese Schärfe reicht für viele Beobachtungen hin, wie sie der Forschungsreisende anstellt. Z. B. genügt sie, um das Azimut der Sonne zum Zweck der Bestimmung der magnetischen Deklination abzuleiten, sie genügt auch für manche genäherte Beobachtungen und Übungsrechnungen des Studierenden. Außerdem wird man es angenehm empfinden, stets eine Übersichtsephemeride der Sonne für einen langen Zeitraum zur

Hand zu haben, ohne auf die Bände der Jahresephemeriden zurückgreifen zu müssen.

Die seltener gebrauchte scheinbare Länge der Sonne (☉) findet man mit der gleichen Genauigkeit aus der Tafel 71.

Beispiel. Gesucht Ort der Sonne (α, δ), Zeitgleichung (ζ), Radiusvektor (log R) für 1904 Februar 23 $4^h 22^m 4^s$ M. Z. Greenw. und die Sternzeit (Θ_o) im mittleren Greenwicher Mittag dieses Tages.

1904 Febr. 23·182
k + 0·391
Febr. 23·573

Die einfache Interpolation für Febr. 23·573 liefert

α $22^h 22^m 14^s$ δ $-10° 10'5$ ζ $+13^m 39^s$ log R 9·99544

Um Θ_o zu erhalten, schaltet man für Febr. $23 + k =$ Febr. 23·391 ein und findet Θ_o $22^h 7^m 52^s$

Aus dem Nautical Almanac 1904 ergeben sich in guter Übereinstimmung dieselben Größen wie folgt

α $22^h 22^m 15^s$ δ $-10° 10'4$ ζ $+13^m 41^s$ log R 9·99545

Θ_o $22^h 7^m 51^s$

Einfach konstruierte Sonnentafeln, aus denen sich der Ort der Sonne mit geringer Mühe für beliebige Zeiten zwischen —800 und +2200 auf $\pm 1''$ genau berechnen läßt, hat Stürmer herausgegeben:

C. M. Stürmer, Sonnentafeln nach Leverriers Elementen der Sonnenbahn. Ein Hilfsbuch für Chronologie, Astronomie, mathematische Geographie und Nautik. 75 S. Würzburg 1875. 4°.

Diese Tafeln genügen bei der Bearbeitung von Kometen früherer Jahrhunderte, auch noch für die meisten Kometen des 18. Jahrhunderts.

2. Verwandlung von Bogenmaß in Zeitmaß.

3. Verwandlung von Zeitmaß in Bogenmaß.

4. Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit.

5. Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit.

6 Verwandlung von Stunden, Minuten und Sekunden in Dezimalteile des Tages und umgekehrt.

7. Halbe Tagbogen.

Die Tafel berücksichtigt die Refraktion im Horizont. Der Stundenwinkel t im Moment des scheinbaren Auf- und Unterganges ergibt sich aus:

$$\cos t = \frac{\cos 90° 35' - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta}$$

Bequemer ist es aber, zuerst den Stundenwinkel im Horizont ohne Refraktion zu berechnen nach:

$$\cos t = -\operatorname{tang} \varphi \operatorname{tang} \delta, \text{ oder nach: } \operatorname{tang} \frac{t}{2} = \sqrt{\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos(\varphi + \delta)}}$$

und dann die Verbesserung d t wegen Refraktion an den Stundenwinkel des wahren Auf- oder Unterganges anzubringen:

$$d t = \frac{2^m 33}{\sqrt{\cos(\varphi - \delta) \cos(\varphi + \delta)}}$$

8, 9. Stundenwinkel und Zenitdistanz im Ersten Vertikal.

$$\cos t = \frac{\operatorname{tang} \delta}{\operatorname{tang} \varphi} \qquad \cos z = \frac{\sin \delta}{\sin \varphi}$$

$$\operatorname{tang} \tfrac{1}{2} t = \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\sin(\varphi + \delta)}} \qquad \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} z = \sqrt{\frac{\operatorname{tang} \frac{1}{2}(\varphi - \delta)}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}(\varphi + \delta)}}$$

10. Verwandlung der Thermometer- und Barometer-Skalen.

11. Reduktion des Quecksilberbarometers auf 0° (Messingskala).

12. Verwandlung von Graden und Minuten in Sekunden.

13. Refraktion.

Die Refraktionstafel ist in doppelter Anordnung gegeben.

Auf die Tafel der numerischen mittleren Refraktion (Tafel 13a), die für 760 mm Luftdruck und + 10° C Temperatur gilt, folgen die numerischen Korrektionen wegen Temperatur und Luftdruck (Tafel 13b, c), ausreichend bis 85½° Zenitdistanz. Thermometer- und Barometergrenzen sind soweit gesteckt, daß die Tafeln auch für extreme Fälle ausreichen, wie sie auf Forschungsreisen in polaren Regionen und in großen Meereshöhen vorkommen (Hochasien, Anden, Südpolarkontinent, Grönländisches Inlandeis).

Für große Zenitdistanzen wäre die Interpolation unbequem, die Rechnung ungenau geworden. Da aber Messungen in niedrigen Höhen, insbesondere bei Polarreisen, sich nicht vermeiden lassen und ausgenützt werden müssen, wurde von 85° an die Refraktionstafel logarithmisch gegeben (Tafel 13d—f). Vier Dezimalen entsprechen der Genauigkeit der Beobachtungen sowohl als auch der Refraktionswerte. Die Refraktion in Bogensekunden geht hervor durch die Formel:

$$\log \text{Refr.} = \log(\alpha \operatorname{tg} z) + A \log B + \lambda \log \gamma$$

Die numerische Refraktionstafel gibt die Besselschen Werte wieder, die logarithmische enthält die log (α tg z), λ und A nach den auf Gyldéns Theorie gestützten „Tables de réfraction de l'observatoire de Poulkovo“ [1]) in vereinfachter und abgekürzter Gestalt; doch sind auch hier die logarithmischen Verbesserungen wegen Barometer und Thermometer nach Bessel angesetzt.

Hat als Barometer ein Quecksilberbarometer gedient, so ist die Ablesung zunächst auf 0° zu reduzieren (Tafel 11).

Die „mittlere Refraktion als Funktion der wahren Zenitdistanz“ (Tafel 13g) braucht man bei Berechnung der scheinbaren Zenitdistanz aus der wahren. Bis 70° kann man innerhalb der Genauigkeitsgrenze von 0″5 die Argumente als identisch annehmen. Die numerischen Verbesserungstafeln wegen Barometer und Thermometer (Tafel 13b, c) gelten auch hier.

Beispiel 1. Scheinb. ZD = 80° 45′ Bar. auf 0_0 = 671 mm
Therm. = + 33°5

Mittl. Refr.	5′ 43″
Verbess. wegen Temp.	— 27
„ „ Luftdruck	— 37
Wahre Refr.	4 39

Beispiel 2. Scheinb. ZD = 87° 22′ 43″ Bar. auf 0° = 768·8 mm
Therm. = — 10°3

	lg α tg z 2.9684	λ 1.259	A 1.028
lg B + 99	A lg B + 102		
lg γ + 311	λ lg γ + 392		
	lg Refr. 3.0178	Refr. = 1042″ = 17′ 22″	

Die Verwandlung der Bogensekunden in Minuten läßt sich aus Tafel 12 entnehmen. —

Beim Gebrauch der Refraktionstafel möge man sich stets vergegenwärtigen, daß die Refraktionstafel eine physikalische Tafel ist, keine Logarithmentafel.

Refraktionstafeln nach Radaus Theorie bringt der Anhang, Tafel 68.

14. Refraktionstafel für Mikrometermessungen.

Zur bequemeren und strengen Berechnung der Refraktion für Mikrometermessungen hat Bessel [2]) eine besondere Konstante eingeführt, auf die man zurückgreifen muß, wenn es sich um große Abstände der verbundenen Gestirne handelt, also um Distanzen, wie

[1]) Petersburg 1905.
[2]) F. W. Bessel, Astron. Untersuch. 1 (1841), S. 198.

sie die photographische Platte, das Heliometer oder auch ein Spiegelinstrument zulassen. Für fadenmikrometrische Messungen im Felde des Fernrohrs führen einfachere Formeln zum Ziel, wenn überhaupt die Strahlenbrechung eine Rolle spielt; jedenfalls dürfen dann Barometer und Thermometer wohl immer vernachlässigt werden.

Hier sei nur der am häufigsten vorkommende Fall angeführt. Eine gemessene Distanz s′ soll wegen Refraktion verbessert werden. Wir bilden zunächst aus Tafel 14 (Argument wahre Zenitdistanz ζ) die Konstante $\varkappa$ unter Berücksichtigung der meteorologischen Ablesungen:

$$\log \varkappa = \log \varkappa_0 + A_0 \log B + \lambda_0 \log \gamma$$

wo $\log B$ und $\log \gamma$ den Tafeln 13 e, f entnommen werden. Bezeichnet ferner

- ζ die wahre Zenitdistanz der Mitte des die beiden Sterne verbindenden Bogens
- p den Positionswinkel der verbundenen Sterne in der Bogenmitte
- q den parallaktischen Winkel in der Bogenmitte
- s′ die scheinbare (gemessene) Distanz in Bogensekunden
- s die wahre Distanz

so ist die Verbesserung Δs von s′ wegen Refraktion

$$s - s' = \Delta s = s' \varkappa \left(1 + \operatorname{tang}^2 \zeta \cos^2 (p - q)\right)$$

p—q stellt den Winkel dar, den die Distanz mit dem Vertikalkreis einschließt. Der parallaktische Winkel q kann leicht mit Hilfe der Tafel 24 (vgl. die Erläuterung dazu) abgeleitet werden.

Beispiel. $s' = 6923''42$ $\zeta = 82° 34'3$ $p - q = 114° 23'$
Bar. = 771 mm Therm. = —6°

$\operatorname{tg}^2 \zeta$	1.7696		$\lg \varkappa_0$	6.3597	A_0 0.989 λ_0 1.164
$\cos^2 (p-q)$	9.2316	$\lg B$ + 111	$A_0 \lg B$	+ 110	
	1.0012	$\lg \gamma$ + 241	$\lambda_0 \lg \gamma$	+ 280	
			$\lg \varkappa$	6.3987	
			$\lg s'$	3.8403	
		$\lg \left(1 + \operatorname{tg}^2 \zeta \cos^2 (p-q)\right)$		1.0425	
			$\lg \Delta s$	1.2815	$\Delta s = + 19''12$
					$s = 6942''54$

15. Kimmtiefe.

Befindet sich der Reisende an der Küste, so kann er sich für Beobachtungen, die nicht alle mit seinen Expeditionsmitteln erreichbare Genauigkeit verlangen, die Beziehung zur Lotlinie durch die Kimm herstellen und mit dem Sextanten Kimmabstände messen. Bedeutet h die Augeshöhe des Beobachters über dem Meeresspiegel in Meter, so ist die Kimmtiefe k gegeben durch

$$k = 1'779 \sqrt{h}$$

Durch die Anbringung der Verbesserung $\Delta k = 0'.37\ (t_W - t_L)$ wird man in den meisten Fällen einen Gewinn an Genauigkeit erzielen. Man bedarf dazu der Kenntnis der Lufttemperatur t_L in Augeshöhe und der Wassertemperatur t_W; letztere wird man sich schwer beschaffen können, wenn man sich an einer Steilküste hoch über dem Wasser befindet.

Der Hauptsache nach soll aber auch die Tabelle für Δk den Beobachter nur vor allzu großem Vertrauen auf die Kimmtiefentafel warnen.

16. Zur Reduktion auf den Meridian.

Zenitdistanzen, die in Stundenwinkel nicht weit vom Meridian entfernt beobachtet sind, lassen sich bequem auf die Kulminationszenitdistanz reduzieren und ergeben dann die Breite φ nach der einfachen Meridianformel.

Es sei

$$A = \frac{\cos\varphi \cos\delta}{\sin z_o},$$

z_o Meridian-Zenitdistanz:
$z_o = \varphi - \delta$ für obere Kulmination
$z_o = 180° - (\varphi + \delta)$ für untere Kulmination

so kommt

$$\varphi = \delta + z - A \cdot m + A^2 \cdot \operatorname{cotg} z_o \cdot n$$

Die Größen

$$m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''} \quad \text{und} \quad n = \frac{2 \sin^4 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$$

enthält die Tafel 16; sie reicht in Stundenwinkel bis 40^m und genügt für alle zweckmäßig angelegten Beobachtungen. Die vernachlässigten Glieder übersteigen in keinem praktisch vorkommenden Falle den Betrag von $0''.5$. Allzu große Annäherung an das Zenit wird man ja schon aus instrumentellen Gründen zu meiden suchen.

Beispiel. $t = +\ 24^m\ 30^s.4$ $\quad \delta = -\ 3°\ 0'\ 0''$ $\quad \varphi = +\ 51°\ 32'$

Wahres z	54° 45′ 29″
δ	— 3 0 0
Red. auf Mer.	— 14 57
φ	+51 30 32

φ cos	9.7938	lg A^2 9.765	m = 1178″.1
δ cos	9.9994	cotg z_o 9.853	n = 3.36
$z_o = 54° 32'$ cosec	0.0891	lg n 0.526	
lg A	9.8823	0.144	
lg m	3.0711		
	2.9534	— 898″.2	
		+ 1.4	
Red. auf Mer.		— 14′ 56″.8	

17. Stundenwinkel der größten Sonnenhöhe.

Liegt eine Reihe von Zirkummeridian-Zenitdistanzen der Sonne vor, so hätte man für jede gemessene Zenitdistanz die zugehörige Sonnendeklination zu nehmen und die Rechnung für jeden Stundenwinkel mit einer anderen Deklination zu führen. Statt dessen verfährt man bequemer, wenn man die Stundenwinkel der Sonne nicht vom Meridian, sondern vom Moment der größten Sonnenhöhe aus zählt. Bewegte Gestirne erreichen ja die größte Höhe nicht im Meridian, sondern bei wachsender Deklination (Bewegung gegen Norden) erst nach dem Meridiandurchgang, bei abnehmender Deklination vor dem Durchgang. Dieser Stundenwinkel σ der größten Höhe ergibt sich durch:

$$\sigma = 0^s2546\,(\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\delta)\,\mu$$

wo μ die stündliche Änderung der Sonnendeklination um Mittag bezeichnet. Man kann nun alle Beobachtungen mit nur einer Deklination berechnen, wenn man diese für den Augenblick des wahren Mittags der Ephemeride entnimmt. Zur bequemen Bestimmung von σ dient Tafel 17, die die Größen

$$a = 0^s2546 \operatorname{tang}\varphi \qquad b = -0^s2546 \operatorname{tang}\delta$$

und μ enthält, daneben zur Übersicht auch noch die Sonnendeklinationen auf volle Grade gibt. Die Vorzeichen für a und b sind von der Seite des Arguments her zu entnehmen. Dann ist

$$\sigma = (a + b)\,\mu$$

Beispiel. Oktober 1 $\quad \varphi = +51°5 \quad \delta = -3°0$

a	$+0{\cdot}320$		
b	$+0{\cdot}013$		
a + b	$+0{\cdot}333$	$\mu = -58''$	$\sigma = -19^s4$

d. h. die größte Höhe der Sonne tritt 19^s4 vor dem wahren Mittag ein.

18. Höhenparallaxe der Sonne.

19. Höhenparallaxe der Planeten.

20, 21. Polarisbreite.

Zur Berechnung der Polhöhe aus Zenitdistanzen von Polaris sind zwei Tafeln beigegeben. Die eine dient zur genäherten Ableitung des Ergebnisses auf etwa $0'1$ genau, die andere soll die genaue Berechnung erleichtern.

Als fester Wert der Poldistanz p_o, mit dem alle Polaristabellen entworfen sind, wurde genommen

$$p_o = 4000'' = 1°6'40'' \text{ oder } \delta = +88°53'20''$$

eine Deklination, die Polaris um 1922 erreichen wird. Zum Übergang auf wahre Poldistanz p der Epoche sind die Täfelchen für $\frac{p}{p_o}$, $\frac{p^2}{p_o^2}$, $\frac{p^3}{p_o^3}$ hinzugefügt.

Zur genäherten Polhöhenbestimmung genügt die Formel

$$\varphi = (90^\circ - z) + \frac{p}{p_o} R_o + \frac{p^2}{p_o^2} S_o$$

wo $R_o = -p_o \cos t$ und $S_o = \frac{1}{2} p_o^2 \sin 1' \tan\varphi \sin^2 t$

R_o und S_o nebst den Verbesserungsfaktoren für andere Deklinationen findet man in den Tafeln 20a, b.

Soll die Bogensekunde innegehalten werden, so berechnet man das einfache Hauptglied $-p \cos t$ direkt mit der wahren Deklination der Epoche; das zweite und dritte Glied leitet man mit Hilfe kurzer Täfelchen (21a, b) ab. Setzen wir

$M_o = \frac{1}{2} p_o^2 \sin 1'' \tan\varphi$ $\qquad N_o = \frac{1}{6} p_o^3 \sin^2 1'' (1 + 3\tan^2\varphi) \sin^2 t \cos t$

so wird:

$$\varphi = (90^\circ - z) - p\cos t + \frac{p^2}{p_o^2} M_o \sin^2 t + \frac{p^3}{p_o^3} N_o$$

Beispiel. 1915 Oktober 6 in $\varphi = +45^\circ 40'$.

Wahres $z = 43^\circ 25' 27''$ $\quad t = 21^h 48^m 31^s$ $\quad \delta_{app} = +88^\circ 51' 25''$

$p = 1^\circ 8' 35'' = 4115''$

Genäherte Rechnung (Tafel 20a, b).

	$90^\circ - z$ $\quad 46^\circ 34'.6$
$R = -56'.0 \times 1.029$	$-\ 57.6$
$S = +\ 0.2 \times 1.06$	$+\ 0.2$
	$\varphi = +45^\circ 37'.2$

Strenge Rechnung (Tafel 21a, b).

lg p 3.61437	$M = 40'' \times 1.059 = 42''.3$	$90^\circ - z$ $\quad 46^\circ 34' 33''$
cos t 9.92423	lg M 1.626	$-p\cos t$ $\quad -\ 57\ 36.2$
3.53860	$\sin^2 t$ 9.469	$+M\sin^2 t$ $\quad +\ 12.4$
$3456''.2$	1.095	$+N$ $\quad +\ 0.2$
	$12''.4$	$\varphi =$ $\quad +45^\circ 37' 9''$

22, 23. Polarisazimut.

Tafeln für das Azimut des Polarsterns findet man ebenfalls in zweifacher Anordnung.

Der Tafel 22 für das genäherte Azimut liegt wieder die Poldistanz $p_o = 4000''$ zugrunde. Sie liefert die Azimute bei sorgfäl-

tiger Interpolation auf 1′—2′ genau, und das reicht in den meisten Fällen für die Bestimmung der magnetischen Deklination mit Expeditionsmitteln. Selbst für die Orientierung einer fliegenden Vermessung kommt man mit der Bogenminute aus. Das Azimut A_n wird vom Nordpunkt aus positiv über Ost, Süd, West gezählt. Für andere Poldistanzen p hat man den Tafelwert A_o mit dem Faktor $\frac{p}{p_o}$ zu multiplizieren. Die Vorzeichen stehen auf der Seite des Vertikalargumentes (Stundenwinkel).

Der genauen Bestimmung des Azimutes des Polarsterns dient die nächste Tafel 23. Die strenge Formel für A_n ist bequemer als irgend eine der bisher zur Tabulierung benutzten Reihenentwickelungen. Setzt man:

$$a = \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t$$

so ist:

$$\operatorname{tang} A_n = -\operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t \cdot \frac{1}{1-a}$$

Die Größe $\log\frac{1}{1-a}$ enthält die Tafel 23 in Einheiten der fünften Dezimale mit dem Argument log a. Das Vorzeichen von a ist zu beachten. Die Methode genügt rechnungsmäßig für die Festlegung der Seitenrichtung in einem kolonialen Dreiecksnetz und ist auch für geographische Zwecke jederzeit bequem. Fünfstellig gibt sie noch in den Digressionen von Polaris Bruchteile der Bogensekunde (etwa 0″2), vierstellig bleibt die zehntel Minute immer sicher.

Beispiel. 1915 Oktober 10 in $\varphi = +36°47'50''$.

$t = +2^h 5^m 36^s$ $\quad \delta_{app} = +88°51'26''$ $\quad p = 1°8'34'' = 4116''$

Genäherte Rechnung (Tafel 22).	Strenge Rechnung (Tafel 23).	
$A_o = -44' \frac{p}{p_o} = 1.029$	$-\operatorname{cotg}\delta$ 8.29990$_n$	$\operatorname{cotg}\delta$ 8.29990
$A_n = -0°45'3$	$\sec\varphi$ 0.09650	$\operatorname{tg}\varphi$ 9.87392
	$\sin t$ 9.71685	$\cos t$ 9.93123
	$\lg\frac{1}{1-a}$ + 557	$\lg a$ 8.10505
	$\operatorname{tg} A_n$ 8.11882$_n$	
	$A_n = -0°45'11''6$	

24. Zur Berechnung des Azimuts für ein beliebiges Gestirn (Zeitazimut).

Bei der Verwertung der astronomischen Messungen zur Standlinienmethode bedarf man der Kenntnis des genäherten Azimuts A der beobachteten Gestirne aus φ, δ und t, ebenso zur raschen Be-

stimmung der magnetischen Deklination und zu Hilfs- und Reduktionsrechnungen mancherlei Art. Liegt die Genauigkeitsgrenze bei etwa 0°1, so läßt sich das Azimut mit einer kurzen Tafel bequem und sicher ableiten, einer Tafel, die meines Erachtens den umfangreichen Azimuttabellen verschiedener Konstruktion vorzuziehen ist. Die eleganteste dieser Tabellen, Perrins A-B-C-Tafel, die man in allen neueren nautischen Tafelsammlungen findet, nimmt mindestens 18 Seiten größten Formats ein, verlangt ein dreimaliges Eingehen in drei Tafeln mit je zwei Argumenten und eine algebraische Addition zweier den Tafeln entnommenen Größen. Überdies ist geographische Breite und Deklination auf Werte unter 60° beschränkt. An Arbeit wird gegenüber der hier gegebenen Formel nichts gewonnen, an Sicherheit und Genauigkeit stehen jene Tafeln unserer kleinen dreistelligen Rechnung nach, die stets 0°1 genau ergibt.

Zählen wir das Azimut A vom Nordpunkt aus über Ost, Süd, West herum, so rechnen wir:

$$a = \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t$$

$$\operatorname{tang} A = \operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t \frac{1}{a-1}$$

Die Tafel 24 gibt nun mit dem Argument log a den Wert $\log \frac{1}{a-1}$ auf 3 Stellen, und das genügt, um in allen Fällen des Zehntel Grades versichert zu sein. Man hat auf das Vorzeichen von a zu achten und danach den Tafelteil zu wählen, in den man mit log a eingehen muß. Die Tangente läßt das Azimut A um 180° zweideutig, aber um diesen Betrag ist man nie in Ungewißheit.

Beispiel 1.

$\delta = -23°07$	cot 0.371$_n$	cot 0.371$_n$
$\varphi = -50.52$	sec 0.196	tg 0.084$_n$
$t = -6^h\,34^m\,1^s = -98°50$	sin 9.995$_n$	cos 9.170$_n$
	$\lg \frac{1}{a-1}$ 9.848$_n$	lg a 9.625$_n$
	tg A 0.410$_n$	

$$A = N\,111°3\,O = S\,68°7\,O$$

Beispiel 2.

$\delta = -12°97$	cot 0.638$_n$	cot 0.638$_n$
$\varphi = +46.87$	sec 0.165	tg 0.028
$t = -3^h\,1^m\,16^s = -45°32$	sin 9.852$_n$	cos 9.847
	$\lg \frac{1}{a-1}$ 9.371$_n$	lg a 0.513$_n$
	tg A 0.026$_n$	

$$A = N\,133°3\,O = S\,46°7\,O$$

Beispiel 3 (Polarstern).

$\delta = +88°86$	cot 8.300	cot 8.300
$\varphi = +36.80$	sec 0.097	tg 9.874
$t = +2^h\,5^m\,36^s = +31°40$	sin 9.717	cos 9.931
	$\lg \frac{1}{a-1}$ 0.005_n	lg a 8.105
	tg A 8.119_n	

$$A = N\,179°25 + 180°\,O = N\,0°75\,W$$

Mit Hilfe der gleichen Tafel läßt sich in ebenso bequemer Weise der parallaktische Winkel q am Gestirn berechnen. Wir haben dann:

$$a = \operatorname{cotg}\varphi \operatorname{tang}\delta \cos t$$

$$\operatorname{tang} q = -\operatorname{cotg}\varphi \sec\delta \sin t \frac{1}{a-1}$$

25—34. Monddistanzen.

Die Methode der Monddistanzen bewährt ihre Leistungsfähigkeit in hohen Breiten, auf Polarreisen. In niederen Breiten bieten sich zur Längenbestimmung heutigen Tages die drahtlosen Signale dar und das Gewicht der Empfangsapparate für Funkentelegraphie ist geringer als das der Instrumente, deren man zur genauen Bestimmung des Mondortes bedarf, dessen Schärfe zur Längenbestimmung überdies nie an die der drahtlosen Signale heranreicht, ganz abgesehen von der Einfachheit in Beobachtung und Rechnung, die die Signale vor den Mondmethoden voraus haben. Bei Reisen in polaren Gebieten aber befindet man sich meistens, so in der Antarktis, außerhalb der Reichweite der großen drahtlosen Stationen, und dann wird in Polnähe die Längenbestimmung oder die Bestimmung der Greenwich-Zeit durch Monddistanzen gleichwertig mit den topographischen Aufnahmen der Expedition.

Die zufällige Genauigkeit, die man bei der Messung von Monddistanzen an Spiegelinstrumenten erreicht, wird den mittleren Fehler $\pm 20''$ kaum unterschreiten. Wir dürfen demnach die Methode zur Berechnung so auswählen, daß sie die einzelne Bogensekunde nicht mehr zu verbürgen braucht. Die kürzeste und übersichtlichste Reduktion der scheinbaren topozentrischen Distanz auf die wahre geozentrische besteht nun darin, daß man nur die wesentlichste Verbesserung, nämlich das Hauptglied der Parallaxenwirkung des Mondes auf die Distanz direkt genau berechnet. Alles Übrige, also die Summe der Refraktion und der höheren Glieder der Parallaxe pflegt man dann einer Tafel mit drei Argumenten (der scheinbaren Distanz und den Höhen der beiden Gestirne) zu entnehmen, die indes weder bequem noch genau in der Interpolation ist. Sie beansprucht ferner

einen großen Raum, nämlich je nach der Anordnung bis zu 22 Seiten größten Formates (Elfordsche Methode).

Hier ist ein anderer Weg eingeschlagen. Die einzelnen Glieder werden getrennt behandelt und zu ihrer Ermittelung Tafeln gegeben, die entweder direkt oder durch eine kleine Rechnung zum Ziele führen. Diese Trennung erlaubt auch eine strenge Berücksichtigung der einzelnen bestimmenden Elemente, so der Thermometer- und Barometerstände für die Refraktion und der schwankenden Größe der Mondparallaxe für die höheren Glieder der parallaktischen Verschiebung. Außerdem wird von vornherein die Erdfigur in einer einfachen Weise eingeführt, bei der man des Mondazimutes nicht bedarf.

Zunächst seien die einzelnen für die Reduktion der Monddistanzen zusammengestellten Tabellen kurz besprochen.

Tafel 25 enthält die Vergrößerung des Mondradius durch die parallaktische Wirkung. Die immer positive Korrektion verwandelt den Radius der Ephemeride in den scheinbaren topozentrischen Mondradius, ohne Strahlenbrechung. Diese bewirkt wiederum eine Zusammendrückung der Mond- und Sonnenscheibe, und den Betrag der Verkürzung geben die Tafeln 26a, b an mit den beiden Argumenten Zenitdistanz (ZD) z des Gestirns und Winkel q der gemessenen Distanz mit dem Vertikalkreis. Die Haupttafel 26a gilt für Barometer 760 mm, Thermometer + 10° und den mittleren Radienwert 15′ 40″; den Übergang auf andere scheinbare Radien vermittelt das Täfelchen 26b. Bei großen Refraktionsbeträgen in Radius könnte man mit den Tafeln 13b, c noch den Stand der meteorologischen Instrumente berücksichtigen. Hat man den Winkel q bei der Messung nicht mitgeschätzt, so findet man ihn leicht durch eine dreistellige Rechnung nach der Formel

$$\operatorname{tang}\frac{q_\odot}{2} = \sqrt{\frac{\sin(s-z_\odot)\sin(s-D)}{\sin s \sin(s-z_\mathbb{C})}} \qquad \operatorname{tang}\frac{q_\mathbb{C}}{2} = \sqrt{\frac{\sin(s-z_\mathbb{C})\sin(s-D)}{\sin s \sin(s-z_\odot)}}$$

$$s = \frac{z_\mathbb{C} + z_\odot + D}{2}$$

$z_\mathbb{C}$ scheinbare ZD des Mondes
$z_\odot$ „ „ der Sonne
D „ Distanz.

Mit ⊙ (Sonne) soll weiterhin das mit dem Mond verbundene Gestirn bezeichnet werden, also auch Planet oder Fixstern.

Die Äquatoreal-Horizontalparallaxe Π des Mondes wird vor Beginn der Rechnung durch die positive Korrektion

$$d\Pi = +\Pi\frac{e^2 \sin^2\varphi}{2}$$

übertragen auf den Punkt, in dem die Vertikale im Beobachtungsort die Erdachse schneidet. Dieser Punkt heißt der Normalpunkt des Beobachtungsortes. Für dΠ hat man Täfelchen 27; e ist die Exzentrizität der Meridianellipse der Erde, also $\log e^2 = 7.8275$ mit der Abplattung $a = \frac{1}{297}$.

Zur Berechnung der Refraktion in Distanz dient die Tafelgruppe 28a—e.

Die mittlere Besselsche Refraktion ϱ für 751.5 mm, $+9°3$ läßt sich darstellen in der Form:

$$\varrho = 57''796 \operatorname{tang}(z - 4.1\,\varrho)$$
$$[1.76190]$$

Bis ZD = 80° erreicht der Fehler dieser Formel erst 0″04, bei ZD 83° beträgt er 0″8, bei 84° wächst er auf 1″7. Jedenfalls genügt die Formel innerhalb aller praktischen Grenzen. Unsere Tafel 28a gibt daher zunächst den Wert $4.1\,\varrho$ mit dem Argument scheinbare ZD. Bedeutet nun

Z die größere scheinbare ZD,
z „ kleinere „ „

der zum Abstand verbundenen Gestirne, so rechnet man:

$$\operatorname{tang} N = \frac{\cos(Z - 4.1\,\varrho)}{\cos(z - 4.1\,\varrho)}$$

$$\text{Refraktion in Distanz} = (A + B)\operatorname{cosec} D$$

$A = 115''59 \operatorname{cosec} 2N$ mit dem Argument N, $B = -115''59 \cos D$ [log const. = 2.09293] mit dem Argument D liefern die Tafeln 28b, c. Die Refraktion wird um nicht mehr als 1″ fehlerhaft sein. Da die Konstante der Tafeln so gewählt ist, daß die Refraktionsformel sich möglichst der Besselschen mittleren Refraktion anschließt, so gelten auch die dieser zugrunde liegenden meteorologischen Daten (751.5 mm, $+9°3$); zur Verbesserung der gewonnenen Refraktion in Distanz wegen Standes der meteorologischen Instrumente ist daher noch die folgende Tafel 28d, e beigefügt. Die Verbesserung wegen Refraktion nennen wir die III. Korrektion der Monddistanzen. Die Tafel gilt natürlich ganz allgemein. Man befreit mit ihrer Hilfe auch beobachtete Sterndistanzen von Refraktion. Das ist wichtig bei der Prüfung eines Spiegelinstrumentes durch direkte Messungen am Himmel. Alle Abstände werden durch die Strahlenbrechung verkleinert.

Höhere parallaktische Glieder, die vom Quadrat der Mondparallaxe Π abhängen, berücksichtigt die IV. Korrektion. Sie lautet:

$$IV = (\Pi \sin z_{\mathbb{C}})^2 \operatorname{cotg} D \frac{\sin 1''}{2} - (\Pi \sin z_{\mathbb{C}} \cos q_{\mathbb{C}})^2 \operatorname{cotg} D \frac{\sin 1''}{2}$$

Beide Teile sind gleich gebaut und werden daher derselben Tafel 30 mit verschiedenem Argument entnommen. Das erste Mal geht man mit dem Argument Höhenparallaxe des Mondes $\Pi \sin z_{\mathbb{C}}$ ein, die man aus der vorhergehenden Tafel 29 entnimmt, das zweite Mal mit dem Argument $\Pi \sin z_{\mathbb{C}} \cos q_{\mathbb{C}} = \mathrm{I} + \mathrm{II}$, der Summe der schon direkt berechneten I. und II. Korrektion; die algebraische Differenz beider Glieder ergibt die Korrektion IV. Das Vorzeichen von (I + II) bleibt wegen des Quadrates außer Betracht. Die Tafel gilt für die mittlere Parallaxe $\Pi_0 = 57' 30''$; zum Übergang auf die wirkliche Parallaxe Π hat man die aus der Tafel folgende Korrektion mit $\left(\frac{\Pi}{\Pi_0}\right)^2$ zu multiplizieren. Der Faktor steht in dem beigefügten kleinen Täfelchen.

In die V. Korrektion gehen kleine Glieder der parallaktischen und der Refraktionswirkung ein, als deren Ausdruck man hat:

$$\mathrm{V} = (\Pi \sin z_{\mathbb{C}} - \varrho_{\mathbb{C}})\, \varrho_{\odot} \frac{\sin q_{\mathbb{C}} \sin q_{\odot}}{\sin \mathrm{D}} \sin 1'' \\ - (2\Pi \varrho_{\mathbb{C}} \sin z_{\mathbb{C}} - \varrho_{\mathbb{C}}^2) \sin^2 q_{\mathbb{C}} \operatorname{cotg} \mathrm{D} \frac{\sin 1''}{2}$$

wo $\varrho_{\mathbb{C}}$, $\varrho_{\odot}$ die Refraktion für Mond und Gestirn bezeichnet. Die Tafel 31 gibt sofort den ganzen Betrag mit den drei Argumenten Distanz, ZD des Mondes und ZD des Gestirns. Sie entspricht der mittleren Parallaxe $\Pi_0 = 57' 30''$; wegen der Kleinheit der Werte bedarf das Glied keiner weiteren Korrektion.

Die Tafel 32 für die Verbesserung wegen Erdfigur, VI. Korrektion, wurde folgendermaßen eingerichtet. Wir haben zunächst:

$$\mathrm{K} = \Pi e^2 (\sin \delta_{\odot} \operatorname{cosec} \mathrm{D} - \sin \delta \operatorname{cotg} \mathrm{D})$$

und tabulieren:

$$\mathrm{A} = 23''2 \sin \delta_{\odot} \operatorname{cosec} \mathrm{D} \qquad \mathrm{B} = -23''2 \sin \delta_{\mathbb{C}} \operatorname{cotg} \mathrm{D}$$

Damit wird

$$\mathrm{K} = \mathrm{A} + \mathrm{B}$$

und die Verbesserung wegen Erdfigur:

$$\mathrm{VI} = \mathrm{K} \sin \varphi$$

Der Konstante $23''2$ liegt die mittlere Parallaxe $57' 30''$ und die Erdabplattung $\alpha = \frac{1}{297}$ zugrunde.

Ist das mit dem Monde verbundene Gestirn die Sonne, so hat man an die Distanz noch den Einfluß der Sonnenparallaxe $\pi = 8''8$ anzubringen (VII. Korrektion). Man entnimmt die Verbesserung bequem der Tafel 33, die die Werte:

$$\mathrm{A} = -8''8 \cos z_{\mathbb{C}} \operatorname{cosec} \mathrm{D} \qquad \mathrm{B} = +8''8 \cos z_{\odot} \operatorname{cotg} \mathrm{D}$$

mit je zwei Argumenten enthält. Dann wird die Verbesserung wegen Sonnenparallaxe:

$$\text{VII} = \text{A} + \text{B}$$

Für einen Planeten mit der Horizontalparallaxe π_P als Distanzgestirn ist die mit der Sonnentafel gefundene Verbesserung der Monddistanz noch zu multiplizieren mit dem Faktor $\frac{\pi_P}{8.8}$.

Das Verfahren zur Reduktion einer Monddistanz gestaltet sich nun folgendermaßen, wobei wir voraussetzen, daß die ZD von Mond und Gestirn nicht beobachtet sind, sondern berechnet werden müssen. Das ist auch bei Beobachtungen zu Lande wohl immer der Fall und auch sicherer als die Beobachtung; auf Landreisen kennt man den gegißten Ort der Beobachtung stets genauer als das zur See möglich ist.

Wir setzen die folgenden Bezeichnungen fest:

$z_{\mathbb{C}}$ Scheinbare ZD des Mondes

$z_{\odot}$ „ „ „ Gestirns

$z^{\circ}_{\mathbb{C}}$ Wahre ZD des Mondes

$z^{\circ}_{\odot}$ „ „ „ Gestirns

Π Äquatoreal-Horizontalparallaxe des Mondes

π „ „ „ Gestirns

$\varrho_{\mathbb{C}}$ Refraktion für den Mond

$\varrho_{\odot}$ „ „ das Gestirn

$q_{\mathbb{C}}$ Winkel am Mond zwischen Vertikalkreis und Distanz

$q_{\odot}$ „ „ Gestirn „ „ „ „

D Scheinbare Distanz

D_o Wahre Distanz im Erdmittelpunkt

$z_{I\mathbb{C}}$ und Π_I sind die entsprechenden auf den Normalpunkt des Beobachtungsortes bezogenen Größen.

a) Ableitung der scheinbaren ZD von Mond und Gestirn. Die geozentrische Deklination $\delta^{\circ}_{\mathbb{C}}$ reduziert man auf den Normalpunkt durch

$$\delta_{I\mathbb{C}} - \delta^{\circ}_{\mathbb{C}} = \mathrm{d}\delta = \mathrm{e}^2 \Pi_I \sin\varphi \cos\delta$$

Die Korrektion hat das Vorzeichen der geographischen Breite und kann dem beigefügten Täfelchen, dem eine mittlere Mondparallaxe von 57′ zugrunde liegt, entnommen werden.

$$d\delta = e^2 \Pi_1 \sin\varphi \cos\delta$$

φ \ δ	0°	15°	30°
	′	′	′
0°	0.0	0.0	0.0
10	0.1	0.1	0.1
20	0.1	0.1	0.1
30	0.2	0.2	0.2
40	0.2	0.2	0.2
50	0.3	0.3	0.3
60	0.3	0.3	0.3
70	0.4	0.3	0.3
80	0.4	0.4	0.3
90	0.4	0.4	0.3

Mit der Deklination $\delta_{1\mathbb{C}}$ und dem geozentrischen Stundenwinkel $t^\circ_{\mathbb{C}}$, der ungeändert für den Normalpunkt gilt, berechnet man die Zenitdistanz $z_{1\mathbb{C}}$ des Mondes. Man hat dafür allgemein als bequeme Formeln, einmal:

$$\operatorname{tang} N = \operatorname{cotg}\varphi \cos t$$

$$\cos z = \sin\varphi \sin(N + \delta) \sec N$$

oder

$$\cos z = \cos\varphi \sin(N + \delta) \operatorname{cosec} N \cos t$$

und dann:

$$\operatorname{tang} N = \operatorname{cosec}\tfrac{1}{2}(\varphi - \delta) \sin\tfrac{1}{2} t \sqrt{\cos\varphi \cos\delta}$$

$$\sin\tfrac{1}{2} z = \sin\tfrac{1}{2}(\varphi - \delta) \sec N$$

Die zweite cos z-Formel für kleine φ.

Die gleiche Rechnung führt man für das andere Gestirn durch, bei dem aber zwischen Normalpunkt und Erdmittelpunkt nicht unterschieden zu werden braucht. Will man der halben Bogenminute in z immer sicher sein, so muß man fünfstellig rechnen, und zwar bei ZD $< 20°$ nach dem zweiten Formelpaar für $\sin\frac{1}{2} z$.

Beim Mond gehen wir jetzt von der Zenitdistanz $z_{1\mathbb{C}}$ über auf die scheinbare $z_{\mathbb{C}}$ durch:

$$z_{\mathbb{C}} - z_{1\mathbb{C}} = \Pi_1 \sin z_{1\mathbb{C}} \operatorname{tang}(45° + \tfrac{1}{2}\Pi_1 \cos z_{1\mathbb{C}})$$

d. h. wir nehmen den Wert $\Pi_1 \sin z_{1\mathbb{C}}$ aus der Tafel 29 und bringen noch wegen des Faktors $\operatorname{tang}(45° + \frac{1}{2}\Pi_1 \cos z_{1\mathbb{C}})$ die positive Verbesserung aus dem nachstehenden Täfelchen an. Mittlere Parallaxe des Täfelchens wieder $= 57'$.

Verbesserung der Höhenparallaxe.

$z_{1\mathbb{C}}$	Korrektion
	′
0°	0.0
10	+ 0.2
20	0.3
30	0.4
40	+ 0.5
50	+ 0.5
60	0.4
70	0.3
80	+ 0.2
90	0.0

Die Höhenparallaxe für das andere Gestirn finden wir in den Tafeln 18, 19.

An die so gewonnenen ZD von Mond und Gestirn kommt dann noch die Strahlenbrechung, die mit dem Argument wahre ZD von 70° an in der Tafel 13g steht. So gehen schließlich die der weiteren Rechnung zugrunde zu legenden scheinbaren ZD $z_{\mathbb{C}}$ und $z_{\odot}$ hervor.

b) Ableitung der scheinbaren Distanz. Beobachtet ist der Abstand der Ränder der Gestirne. Für den Mond fügen wir dem geozentrischen Radius die parallaktische Vergrößerung (Tafel 25) hinzu und gehen mit Hilfe der Tafeln 26a, b auf den schrägen durch Refraktion verkürzten Radius in Richtung der Distanz über. Bringt man den einen oder beide verbesserten Radien an die gemessene Distanz an, so gewinnt man die scheinbare Mittelpunktsdistanz D der Gestirne.

c) Übergang auf die wahre Distanz im Erdmittelpunkt. Wir rechnen direkt mit vierstelligen Logarithmen die I. und II. Korrektion der scheinbaren Distanz nach:

$$\mathrm{I} = -\Pi_1 \cos z_{\odot} \operatorname{cosec} \mathrm{D} \qquad \mathrm{II} = \Pi_1 \cos z_{\mathbb{C}} \operatorname{cotg} \mathrm{D}$$

und entnehmen dann in der schon beschriebenen Weise die ferneren Verbesserungen den Tafeln, mit deren Hilfe man ohne das Azimut des Mondes zu kennen den Unterschied

$$\mathrm{D_o} - \mathrm{D} = \mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III} + \mathrm{IV} + \mathrm{V} + \mathrm{VI} + \mathrm{VII}$$

findet. Bei Fixsternen fällt VII fort.

d) Ableitung der Greenwich-Zeit. Seit zehn und mehr Jahren enthalten die selbständigen großen Ephemeriden (Nautical Almanac London, Connaissance des temps Paris, American ephemeris Washington) keine Vorausberechnungen der geozentrischen Monddistanzen mehr. Nur das Nautische Jahrbuch (Berlin) bringt noch

eine beschränkte Anzahl ausgewählter Distanzen. In den meisten Fällen muß man daher ohne Distanzephemeride die Schlußrechnung anlegen. Am zweckmäßigsten dürfte man in folgender Weise vorgehen.

Mit Hilfe der gegißten Länge λ' des Beobachtungsortes leitet man die genäherte Greenwich-Zeit T' der Beobachtung ab, entnimmt für diese Zeit der Ephemeride die geozentrischen Örter $\alpha_{\mathbb{C}}$, $\delta_{\mathbb{C}}$, $\alpha_{\odot}$, $\delta_{\odot}$ von Mond und Gestirn und bestimmt die geozentrische Distanz D_R entweder aus:

$$\operatorname{tang} M = \operatorname{tang} \delta_{\mathbb{C}} \sec (\alpha_{\odot} - \alpha_{\mathbb{C}})$$

$$\cos D_R = \sin \delta_{\mathbb{C}} \cos (M - \delta_{\odot}) \operatorname{cosec} M$$

oder durch:

$$\operatorname{tang} M = \operatorname{tang} \tfrac{1}{2} (\alpha_{\odot} - \alpha_{\mathbb{C}}) \cos \tfrac{1}{2} (\delta_{\odot} + \delta_{\mathbb{C}}) \operatorname{cosec} \tfrac{1}{2} (\delta_{\odot} - \delta_{\mathbb{C}})$$

$$\sin \tfrac{1}{2} D_R = \sin \tfrac{1}{2} (\alpha_{\odot} - \alpha_{\mathbb{C}}) \cos \tfrac{1}{2} (\delta_{\odot} + \delta_{\mathbb{C}}) \operatorname{cosec} M$$

Rechnet man Distanzen $> 50°$ nach der cos D-Formel, solche $< 50°$ nach der $\sin \frac{1}{2}$ D-Formel, so erzielt man bei fünfstelliger Rechnung eine Mindestgenauigkeit von 5″ in D_R. Ob im einzelnen Falle diese Reduktionsschärfe genügt, hängt von der Qualität der Beobachtung ab. Sechsstellige Logarithmen reichen immer aus.

Wäre die angenommene Länge λ' richtig, so fänden wir die beobachtete wahre Distanz D_o gleich der berechneten D_R. Das ist im allgemeinen nicht der Fall und man muß die Verbesserung der angenommenen Länge oder Greenwich-Zeit ermitteln. Zu dem Zwecke sei:

$d\alpha$ die Änderung der Rektaszension des Mondes in 1^m mittlerer Zeit in Bogensekunden

$d\delta$ die Änderung der Deklination des Mondes in 1^m mittlerer Zeit

dD die Änderung der Monddistanz in 1^m mittlerer Zeit.

Dann haben wir

$$dD = \frac{\cos \delta_{\mathbb{C}} \cos \delta_{\odot} \sin (\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_{\odot})}{\sin D_o} \cdot d\alpha - \frac{\cos \delta_{\mathbb{C}} \sin \delta_{\odot} - \sin \delta_{\mathbb{C}} \cos \delta_{\odot} \cos (\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_{\odot})}{\sin D_o} \cdot d\delta$$

und die Verbesserung dT der angenommenen Greenwich-Zeit wird:

$$dT = 60 \cdot \frac{D_o - D_R}{dD} \text{ in Zeitsekunden.}$$

Der Koeffizient von $d\delta$ läßt sich leicht logarithmisch gestalten. Wenn

$$\operatorname{tang} w = \operatorname{tang} \delta_{\odot} \sec (\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_{\odot})$$

so schreibt sich der Ausdruck für dD:

$$dD = \frac{\cos \delta_{\mathbb{C}} \cos \delta_{\odot} \sin (\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_{\odot})}{\sin D_o} \cdot d\alpha + \operatorname{cotg} D_o \operatorname{tg} (\delta_{\mathbb{C}} - w) \cdot d\delta$$

Das ganze Verfahren soll durch ein Beispiel erläutert werden. (Siehe S. 22/23.)

Dasselbe Beispiel wird in dem vom Reichs-Marine-Amt herausgegebenen Lehrbuch der Navigation[1]) behandelt. Durch eine der aus den Grundformeln von Lexell und Dunthorne abgeleiteten Formeln wird dort gefunden $D_o = 65° 4' 20''$, und dann mit Hilfe der Distanzephemeride des Nautischen Jahrbuches $T = 9^h 0^m 24^s$. Die Übereinstimmung liegt weit innerhalb der Unsicherheiten der Rechnung; denn im „Lehrbuch" wird die direkte Berechnung des $\tan \frac{1}{2} D_o$ nur fünfstellig geführt.

Die Untersuchung der Fehlereinflüsse lehrt, daß Fehler der Zenitdistanzen $z_\odot$ und $z_\mathbb{C}$ in der gesuchten Reduktion der scheinbaren Distanz D auf die wahre D_o nicht viel ausmachen. Ein Fehler von 1′ in den ZD wird nur selten einen solchen von mehr als 1″ in dem Werte $D_o - D$ nach sich ziehen. Man sieht daraus, daß man zwei kleine Verbesserungen vernachlässigen darf: einmal die Übertragung $d\delta$ der Deklination des Mondes auf den Normalpunkt (Maximum 0′.4 in $\delta_\mathbb{C}$) und dann die Korrektion der Höhenparallaxe des Mondes $\Pi_1 \sin z_\mathbb{C}$ wegen des tang-Faktors (Maximum 0′.5). Beide Täfelchen sind daher auch mehr zum Überblick in den erläuternden Text, nicht in die Tafelsammlung aufgenommen worden.

Den Schluß der Tafelgruppe zur Berechnung von Monddistanzen bildet eine Tafel 34 der genäherten Reduktion der scheinbaren auf wahre Monddistanz für die mittlere Mondparallaxe $\Pi_o = 57'$. Sie erfordert die drei Argumente $z_\odot$, $z_\mathbb{C}$, D. Zum Übergang auf die wirkliche Parallaxe Π ist der Faktor $\frac{\Pi}{\Pi_o}$ hinzugefügt. Als beiläufige Kontrolle der Rechnung mag die Tabelle willkommen sein. Für unser Beispiel entnehmen wir mit $z_\odot = 62°6$, $z_\mathbb{C} = 32°0$, $D = 65°2$ den Wert $D_o - D = -5'$.

Jede Einstellung des Mondrandes ist mit eigentümlichen von Fall zu Fall schwankenden Beugungs- und Irradiationsfehlern behaftet. Strebt man in polaren Gebieten nach einer möglichst hohen Genauigkeit zur Festlegung eines Fundamentalmeridians, so empfiehlt es sich daher, den Distanzstern nicht auf den Rand, sondern auf eine passende Mondformation zu stellen. Dies läßt mit besonderer Schärfe die sehr regelmäßige, scheinbar elliptische Wallebene Plato zu, in deren auffallend dunkle Fläche nach Erfahrungen des Verf. der helle Sternpunkt mit großer Sicherheit hineingestellt werden kann, selbst mit den gewöhnlichen kleinen Sextantenfernröhrchen. Die Mitte der Formation hat nach Messungen, die J. Franz[2]) auf photographischen Platten vornahm, die selenographischen Koordinaten (l Länge, b Breite):

Wallebene Plato Mitte $l = -9° 10'.8$ $b = +51° 25'.8$.

[1]) 2. Aufl. Bd. II. S. 391. Berlin 1906.

[2]) J. Franz, Die Randlandschaften des Mondes. Nov. act. K. Leop. D. Ak. 99, Nr. 1. Halle 1913. S. 68, Breslauer Nr. 736, Mittel aus E- und W-Ecke.

Beispiel. 1904 Februar 25 Distanz α Leonis — Mond (entfernter Rand).

$\varphi = +49^\circ 15'0$
$\lambda = 20^\circ 48'0\ \mathrm{W} = 1^h 23^m 12^s\ \mathrm{W}$
$7^h 36^m 45^s$ MOZt
8 59 57 Grw-Zt

Bar. 762 mm
Therm. +20°

Beob. $D' = 65^\circ 25' 31''$ (✻ — ☾Rand)
16 13
$D = 65\ 9\ 18$

	☾	✻
α	$5^h 33^m 7^s$	$10^h 3^m 17^s$
t	+0 20 51	— 4 9 19
δ°	+18° 3'1	+12° 26'0
$d\delta$	+0·3	

Π 58' 35''
$d\Pi$ + 7
Π_1 58 42

$r_☾$ 15' 59''
Vergröß. + 14
Refr. 0
16 13

cotg φ	9.93533	9.93533
cos t	9.99820	9.66689
tg N	9.93353	9.60222
N	40° 38'0	21° 48'5
N + δ	58 41.4	34 14.5

lg Π_1	3.5468	3.5468
cos z_*	9.6624	
cos $z_☾$		9.9285
cosec D	0.0422	
cotg D		9.6656
lg I	3.2514$_n$	
lg II		3.1409

I	— 1784''	— 401''
II	+ 1383	
III	+ 96	
IV	+ 4	
V	0	
VI	+ 1	
	— 300	

$D_o - D = -5' 0''$
$D_o = 65^\circ 4' 18''$

$T' = 8^h 59^m 57^s$

	α	δ
☾	$5^h 33^m 7^s 35$	+18° 3' 8''2
✻	10 3 17.35	+12 25 57.5
$\alpha_* - \alpha_☾$	4 30 10.00	

tg $\delta_☾$	9.51312	sin $\delta_☾$	9.49120
sec$(\alpha_* - \alpha_☾)$	0.41792	cos$(M - \delta_*)$	9.94578
tg M	9.93104	cosec M	0.18772
M	+40°28'12''	cos D_R	9.62470
$M - \delta_*$	+28 2 14		

D_R 65° 4' 35''
$D_o - D_R$ — 17''

Z	62° 38'3	31° 58'9
4·1 ϱ	7.6	2.5
$Z - 4{\cdot}1\,\varrho$	62 30.7	31 56.4

cos $(Z - 4.1\,\varrho)$ 9.6643
cos $(z - 4.1\,\varrho)$ 9.9287
tg N 9.7356
N 28°54
A + 137''7
B — 48.6
A + B + 89.1 lg 1.9499
cosec D 0.0422
+98'' lg Refr. 1.9921
Bar./Thm. — 2
III = +96

	+ 4''	+ 5''
	0	— 3
IV =	+ 4	+ 2
VI =		+ 1

$\sin\varphi$	9.87942	9.87942
$\sin(N+\delta)$	9.93165	9.75027
sec N	0.11982	0.03225
cos z	9.93089	9.66194
$z_{I\,\mathbb{C}}$	31° 28′4	62° 40′1
$\Pi_I \sin z_{I\,\mathbb{C}}$	+ 30.7	
Korr.	+ 0.4	
	31 59.5	
Refr.	— 0.6	— 1.8
$z_{\mathbb{C}}$	31 58.9	62 38.3

$z_{\mathbb{C}}$ 32°0	s 79°9	cosec	0.007
$z_{\odot}$ 62.6	$s-z_{\mathbb{C}}$ 47.9	sin	9.870
D 65.2	s—D 14.7	sin	9.404
159.8	$s-z_{\odot}$ 17.3	cosec	0.527
		$\mathrm{tg}\,\frac{1}{2}q_{\mathbb{C}}$	9.808
		$q_{\mathbb{C}}$	65°4

$d\alpha + 2^s.42 = +36''.3$ $\quad d\delta + 1''.4$

	$\mathrm{tg}\,\delta_*$ 9.3434		
$\sec(\alpha_{\mathbb{C}}-\alpha_*)$	0.4179		
	tg w 9.7613		
	w + 29°59′7		
$\delta_{\mathbb{C}}$	−w — 11°56′6		
$\cos\delta_{\mathbb{C}}$	9.9781	cotg D	9.6672
$\cos\delta_*$	9.9897	$\mathrm{tg}(\delta_{\mathbb{C}}-w)$	9.3254_n
$\sin(\alpha_{\mathbb{C}}-\alpha_*)$	9.9657_n		8.9926_n
cosec D	0.0425	lg dδ	0.1461
	9.9760_n		9.1387_n
lg dα	1.5599		
	1.5359_n — 34″.35		
	— 0.14		
dD =	— 34″.5	lg	1.5378_n
$\lg(D_o - D_R)$			1.2304_n
			9.6926
		lg 60	1.7782
dT =	+ 29^s.6	lg dT	1.4708

T = 9^h 0^m 26^s.6

Die Berechnung derartiger Beobachtungen ist allerdings ziemlich umständlich.

35. Zur Berechnung der Distanz naher Sterne.

Die Distanz naher Sterne braucht man z. B. bei der Untersuchung von Mikrometerschrauben, bei der Bestimmung der Brennweite von Objektiven aus den linearen Dimensionen auf photographischen Platten, bei der Reduktion photographischer oder heliometrischer Messungen.

Durch das Täfelchen 35, das für Abstände bis $6500'' = 1°\,48'\,20''$ ausreicht, wird die sphärische Rechnung zurückgeführt auf die einfachen Formeln:

$$\log \operatorname{tang} N = \log \Delta\alpha^{(s)} - \log \Delta\delta^{(''')} + \log \sqrt{\cos \delta_1 \cos \delta_2} + a + b$$
$$\log \sin \tfrac{1}{2} s = \log \Delta\delta^{(''')} - b - \log \cos N$$
$$\log s^{(''')} = \log \sin \tfrac{1}{2} s + b$$

$\Delta\alpha$ ist dabei in Zeitsekunden, $\Delta\delta$ in Bogensekunden vorausgesetzt und s wird in Bogensekunden erhalten. Für Winkel N geht man nur von tang auf cos über.

Beispiel.

α_1	$4^h\,20^m\,23^s.422$	δ_1	$+\,14°\,27'\,51''.35$
α_2	$4\;\;22\;\;42.165$	δ_2	$+\,15\;\;54\;\;54.28$
$\Delta\alpha$	$138^s.743$	$\Delta\delta$	$5222''.93$

$\lg \Delta\alpha$	2.142211	$\lg \Delta\delta$	3.717914	
$\operatorname{cpl} \lg \Delta\delta$	6.282086	$\operatorname{cpl} b$	4.384533	
$\sqrt{\cos \delta_1 \cos \delta_2}$	9.984518	$\sec N$	0.029943	
a	5.560634	$\sin \frac{1}{2} s$	8.132390	
b	5.615467	b	5.615468	
tg N	9.584916	lg s	3.747858	$s = 5595''.75$

Zur Verbesserung einer gemessenen Distanz wegen Refraktion dient Tafel 14.

36, 37. Präzession.

Den Tafeln 36a, b der Präzession in Rektaszension und Deklination, p_α und p_δ, liegen die Präzessionskonstanten für 1925·0 nach Newcomb zugrunde.

Die nächste Tafel 37 der Werte m, n (gleichfalls nach Newcomb) dient der genaueren Berechnung der Präzession bei der Übertragung von Sternörtern auf verschiedene Äquinoktien. Bedeuten α_1, δ_1 die Koordinaten für das Äquinox t_1 und α_2, δ_2 jene für t_2, sei ferner α', δ' der genäherte Sternort für die mittlere Zeit $\frac{1}{2}(t_1 + t_2)$ und $\tau = t_2 - t_1$, so hat man:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + m^{(s)} \tau + n^{(s)} \tau \sin \alpha' \operatorname{tg} \delta'$$
$$\delta_2 = \delta_1 + n^{(''')} \tau \cos \alpha'$$

Log $m^{(s)}$, log $n^{(s)}$, log $n^{(\prime\prime)}$ entnimmt man für die Zeit $\frac{1}{2}(t_1 + t_2)$ der Tafel 37. α', δ' bildet man leicht mit Hilfe der beiden Täfelchen 36a, b der genäherten Werte p_α, p_δ. Die zeitlichen Grenzen der Tafel für m, n sind soweit ausgedehnt, daß sie alle Sternkataloge seit Bradley umfaßt. Für Vergleichsternörter, wie man sie zu Planeten- und Kometenbeobachtungen auf $0^s.01$ und $0''.1$ genau braucht, genügt die Stellenzahl der Werte m, n immer. Daß die Genauigkeit der Übertragung auf moderne Äquinoktien für die alten Kataloge abnimmt, verschlägt nichts, da deren innere Unsicherheit die der Übertragung weit übersteigt. Für Polsterne ist das Rechnungsverfahren nicht mehr zulässig.

Die jährliche Präzession p_α, p_δ für den Ort α, δ ergibt sich aus

$$p_\alpha = m^{(s)} + n^{(s)} \sin\alpha \operatorname{tg}\delta$$
$$p_\delta = n^{(\prime\prime)} \cos\alpha$$

Beispiel 1. τ Piscium. Epoche und Äquinox $t_1 = 1875.0$; zu übertragen auf $t_2 = 1900.0$. μ_α, μ_δ Eigenbewegung in AR und Dekl.

α_1	1^h	4^m	$46^s.785$	δ_1	$+29°$	$25'$	$31''.49$	$\mu_\alpha + 0^s.00555$
$12.5 \times p$	+		41.1		+	4	1	$\mu_\delta - 0''.0413$
α'	1	5	27.9	δ'	$+29$	29	32	$\frac{1}{2}(t_1 + t_2) = 1887.5$
Präz.	+	1	22.128		+	8	0.89	$\lg\tau$ 1.39794
EB	+		0.139		—		1.03	$\lg m^{(s)}$ 0.48744
α_2	1	6	9.052	δ_2	$+29$	33	31.35	$\lg n^{(s)}$ 0.12597
								$\sin\alpha'$ 9.44990
								$\operatorname{tg}\delta'$ 9.75250
								$\lg n^{(\prime\prime)}$ 1.30206
								$\cos\alpha'$ 9.98204
								$+ 76^s.803$ 1.88538
								$+ 5.325$ 0.72631
								$+ 480''.89$ 2.68204

In Übereinstimmung mit den strengen Werten.

Selbst für den folgenden extremen Fall bei nahe $\delta = +80°$ wird im Ort noch die Genauigkeit von $0^s.01$, $0''.1$ gewahrt.

Beispiel 2. 47 H Cephei. Epoche und Äquinox $t_1 = 1875.0$; zu übertragen auf $t_2 = 1900.0$.

α_1	2^h	49^m	$33^s.643$	δ_1	$+78°$	$55'$	$16''.96$	$\mu_\alpha - 0^s.01125$
$12.5 \times p$	+	1	36.5		+	3	4	$\mu_\delta + 0''.0210$
α'	2	51	10.1	δ'	$+78$	58	21	$\frac{1}{2}(t_1 + t_2) = 1887.5$
Präz.	+	3	13.274		+	6	7.78	$\lg\tau$ 1.39794
EB	—		0.281		+		0.53	$\lg m^{(s)}$ 0.48744
α_2	2^h	25^m	$46^s.636$	δ_2	$+79°$	$1'$	$25''.27$	$\lg n^{(s)}$ 0.12597
								$\sin\alpha'$ 9.83208
								$\operatorname{tg}\delta'$ 0.71023
								$\lg n^{(\prime\prime)}$ 1.30206
								$\cos\alpha'$ 9.86559
								$+ 76^s.803$ 1.88538
								$+116.471$ 2.06622
								$+367''.78$ 2.56559

Strenger Wert: $46^s.642$, $25''.28$, also nur $0^s.001$ Fehler im Bogen größten Kreises.

Die Anwendung der Größen p, log π, Π wird in den Formeln zur theoretischen Astronomie, Tafel 67, gelehrt.

In der Rubrik ε steht die mittlere Schiefe der Ekliptik.

38. Differenzielle Präzession.

Die Tafeln 38a vermitteln die bequeme Übertragung von Rektaszensions- und Deklinationsdifferenzen auf andere Äquinoktien. Setzen wir

$$A = 10 \cdot n \sin 1' \cos\alpha \operatorname{tg}\delta$$
$$B = 10 \cdot \tfrac{1}{15} n \sin 1' \sin\alpha \sec^2\delta$$
$$C = -10 \cdot 15\, n \sin 1' \sin\alpha$$

so hat man für die differenzielle Präzession P' die folgenden Ausdrücke:

$10 \cdot P'(\alpha) = A \cdot \Delta\alpha^m + B \cdot \Delta\delta'$ $\quad \Delta\alpha$ in Zeitminuten
$10 \cdot P'(\delta) = C \cdot \Delta\alpha^m$ $\quad \Delta\delta$ in Bogenminuten

Die Größen A, B, C enthalten die Tafeln, die mit einer Konstante

$$n = 20''0447 \text{ für } 1925.0 \text{ (nach Newcomb)}$$

gerechnet sind. Als Tafelargument dient der mittlere Ort (α_m, δ_m) der verbundenen Gestirne für die Mittelepoche.

Beispiel. Es sei

1900·0	$\Delta\alpha$ $-6^m 22^s54$	$\Delta\delta$ $+8'9''2$
1909·0	α_m $2^h 12^m5$	δ_m $+61° 18'$

auf Äquinox 1918·0 zu übertragen. Wir finden

A $+0^s090$	$A \cdot \Delta\alpha^m$ -0^s574	C $-0''478$	$C \cdot \Delta\alpha^m$ / $10 \cdot P'(\delta)$ $+3''11$
B $+0.009$	$B \cdot \Delta\delta'$ $+0.073$		
	$10 \cdot P'(\alpha)$ -0.501		$18 \cdot P'(\delta)$ $+5.59$
	$18 \cdot P'(\alpha)$ -0.902		

Also 1918·0 $\Delta\alpha$ $-6^m 23^s44$ $\Delta\delta$ $+8' 14''8$

Für die Präzession in Positionswinkel P'(p) (Tafel 38b) besteht die Formel:

$$10 \cdot P'(p) = 10 \cdot n \sin\alpha \sec\delta$$

wo n in Bogenminuten ausgedrückt, n = 0'33408, ist.

Beispiel. Den Positionswinkel 1900.0 $p = 218° 22'3$ auf 1918.0 zu übertragen. α_m, δ_m wie im vorhergehenden Beispiel.

Man entnimmt der Tafel $10 \cdot P'(p) + 3'82$
und hat $18 \cdot P'(p) + 6.88$

Also 1918.0 $p = 218° 29'2$

39. Aberration in Positionswinkel und Distanz.

Die Tafeln 39 geben die Wirkung der Aberration in Positionswinkel p und Distanz s.

Setzen wir:

$c = \operatorname{tg}\varepsilon \sin\delta + \sin\alpha \cos\delta$ Schiefe der Ekliptik

$d = \cos\alpha \cos\delta$ $\varepsilon = 23^\circ 27'$

und bedeuten C und D die Besselschen Größen zur Reduktion auf scheinbaren Ort:

$$C = -20''.47 \cos\odot \cos\varepsilon \qquad D = -20''.47 \sin\odot$$

$\odot$ wahre Länge der Sonne,

so gelten für die Aberration Δp in Positionswinkel und Δs in Distanz die Formeln:

$$\Delta p = -\left(\frac{C}{60}\cos\alpha + \frac{D}{60}\sin\alpha\right)\operatorname{tang}\delta$$

$$\Delta s = \{c\,(1000 \sin 1'' \cdot C) - d\,(1000 \sin 1'' \cdot D)\} \cdot \frac{s}{1000}$$

wo s in Bogensekunden ausgedrückt und Δp in Bogenminuten, Δs in Bogensekunden erhalten wird. Die Vorzeichen verstehen sich im Sinne des Überganges vom beobachteten auf den aberrationsfreien Wert.

Nun wurden tabuliert die Größen:

$$K = -\left(\frac{C}{60}\cos\alpha + \frac{D}{60}\sin\alpha\right)$$

$$L = c\,(1000 \sin 1'' \cdot C) - d\,(1000 \sin 1'' \cdot D)$$

und damit kommt einfach:

$$\Delta p = K \operatorname{tang}\delta \qquad \Delta s = \frac{s}{1000} L$$

Die Tafelgröße L ist die Aberration für $s = 1000''$. Die von Jahr zu Jahr nicht viel schwankenden Besselschen Werte C und D entstammen dem Berliner Jahrbuch 1918 für den mittleren Greenwicher Mittag des betreffenden Tages.

Die Einheiten für K sind die 0.01, für L die 0.01.

Die Tafeln reichen für die meisten Messungen in p und s aus. Bei sehr großen Distanzen werden die Tafeln immer noch als Kontrolle willkommen sein.

Beispiel. Sept. 11 $\alpha = 14^h 22^m$ $\delta = -24^\circ.2$

$p = 133^\circ 24'.2$ $s = 1522''.13$

Man findet

$K = +21$ $\Delta p = -0'.09$

$L = -7$ $\Delta s = -0''.11$

40. Ellipsoidische Erdfigur.

Die Tafel der Dimensionen des Erdellipsoids mit dem Argument der geographischen Breite φ beruht auf den Werten

$$\text{Äquatorradius } a = 6378200 \text{ m (Helmert[1]), 1907)}$$

$$\text{Abplattung } \alpha = \frac{1}{297{\cdot}0} \text{ (Hayford[2]), 1909).}$$

Diese Abplattung wurde von der Pariser Ephemeridenkonferenz 1911 angenommen.

Die Hilfsgrößen S und C erleichtern die Bildung der Ausdrücke $\varrho \sin \varphi'$ und $\varrho \cos \varphi'$, wo φ' die geozentrische Breite bedeutet. Es ist

$$S = \frac{1 - e^2}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \qquad C = \frac{1}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \qquad e = \sqrt{2\alpha - \alpha^2}$$

und dann

$$\varrho \sin \varphi' = S \sin \varphi \qquad \varrho \cos \varphi' = C \cos \varphi$$

Um in $\log \varrho$ die Seehöhe h des Beobachtungsortes zu berücksichtigen, hat man die Verbesserung anzubringen

$$\Delta \log \varrho^{VI} = 0.06810 \times h.$$

h wird in Metern ausgedrückt, $\Delta \log \varrho$ in Einheiten der sechsten Dezimale erhalten.

Täfelchen für $\Delta \log \varrho$.

h	$\Delta \log \varrho$
	VI
0m	0.0
100	6.8 6.8
200	13.6 6.8
300	20.4 6.8
400	27.2 6.8
500	34.0 6.9
600	40.9 6.8
700	47.7 6.8
800	54.5 6.8
900	61.3 6.8
1000	68.1
2000	136.2
3000	204.3
4000	272.4
5000	340.5

[1]) F. R. Helmert, Bericht über die Tätigkeit des Zentralbur. der Internat. Erdmess. im Jahre 1906. Berlin 1907, S. 5.

[2]) J. F. Hayford, Supplem. Investig. in 1909 of the fig. of the earth and isostasy. Washington 1910, S. 39 u. 54.

41. Sphäroidische Übertragung von Breiten, Längen und Azimuten.

Eine häufig wiederkehrende geodätische Hauptaufgabe besteht in der Übertragung der geographischen Lage auf der sphäroidischen Erdoberfläche. Bezeichnen wir mit

φ die geographische Breite des Ausgangspunktes
A das geodätische nordöstliche Azimut der Richtung nach dem Endpunkt
s die Entfernung beider Punkte oder die Länge der geodätischen Linie
φ' die geographische Breite des Endpunktes
A′ das nordöstliche Azimut der Richtung nach dem Ausgangspunkt
l den sphäroidischen Längenunterschied beider Punkte,

so haben wir es zunächst mit der Aufgabe zu tun: aus φ und A im Ausgangspunkt und der linearen Entfernung s die Werte φ', A′, l im Endpunkt zu berechnen. Ist nun ferner R der Krümmungshalbmesser im Meridian, N der Krümmungshalbmesser in 90° Azimut, $\delta = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$, so können wir die gesuchten Unterschiede $\varphi' - \varphi$ und l des Endpunktes gegen den Ausgangspunkt der Strecke s in folgende Reihe nach Potenzen von s entwickeln:

$$\varphi' - \varphi = \frac{s\varrho}{R}\cos A - \frac{s^2\varrho}{2RN}\operatorname{tang}\varphi \sin^2 A - \frac{s^3\varrho}{6RN_2}(1+3t^2)\sin^2 A\cos A - \frac{3\delta s^2\varrho}{4RN}\sin 2\varphi\cos^2 A$$

$$l\cos\varphi = \frac{s\varrho}{N}\sin A + \frac{s^2\varrho}{N^2}\operatorname{tang}\varphi\sin A\cos A + \frac{s^3\varrho}{3N^3}(1+3t^2)\sin A - \frac{s^3\varrho}{3N^3}(1+4t^2)\sin^3 A$$

$t = \operatorname{tang}\varphi \qquad \varrho = 206264''806 \quad [5.3144251]$

Nachdem $\varphi' - \varphi$ und l bekannt, rechnen wir A′ mit Hilfe der bequemen und sehr genauen Mittelbreitenformel

$$A' - A = 180° + l\sin\frac{\varphi' + \varphi}{2}$$

Nun führen wir zur Umgestaltung folgende Abkürzungen ein:

$u = s\cos A \qquad v = s\sin A$

$$i = \frac{(1)(2)}{2\varrho}\operatorname{tang}\varphi \qquad k = \frac{(2)^2}{\varrho}\operatorname{tang}\varphi$$

$$\log\frac{1}{2\varrho} = 4.38454 - 10$$

$$\log\frac{1}{\varrho} = 4.68557 - 10$$

wo (1) und (2) die Schreiberschen Größen bedeuten:

$$(1) = \frac{\varrho}{R} \qquad (2) = \frac{\varrho}{N}$$

Unsere Reihen gehen dann über in:

$$\varphi' - \varphi = u\,(1) - v^2 i - \frac{1}{6\varrho^2}(1)\,(2)^2\,(1 + 3t^2)\cdot v^2 u - \frac{3\delta}{4\varrho}(1)\,(2)\sin 2\varphi \cdot u^2$$

$$l\cos\varphi = v\,(2) + vuk + \frac{1}{3\varrho^2}(2)^3\,(1 + 3t^2)\cdot s^2 v - \frac{1}{3\varrho_2}(2)^3\,(1 + 4t^2)\cdot v^3$$

und die Tabulierung legen wir in folgender Weise an. Außer einer Tafel für log i und log k nach Argument φ berechnen wir:

$$\beta_1 = -\frac{1}{6\varrho^2}(1)\,(2)^2\,(1 + 3t^2)\cdot v^2 u \qquad \mu_1 = +\frac{1}{3\varrho^2}(2)^3\,(1 + 3t^2)\cdot s^2 v$$

$$\beta_2 = -\frac{3\delta}{4\varrho}(1)\,(2)\sin 2\varphi \cdot u^2 \qquad \mu_2 = -\frac{1}{3\varrho^2}(2)^3\,(1 + 4t^2)\cdot v^3$$

und ordnen β_1, β_2, μ_1, μ_2 mit den zwei Argumenten φ und der Reihe nach log v^2u, log u^2, log s^2v, log v^3 an. Damit lauten die bequemen Gebrauchsformeln:

$$\varphi' - \varphi = u\,(1) - v^2 i + \beta_1 + \beta_2$$

$$l\cos\varphi = v\,(2) + vuk + \mu_1 + \mu_2$$

$$A' - A = 180^\circ + l\sin\left(\varphi + \frac{\varphi' - \varphi}{2}\right)$$

Die Tafeln sind soweit ausgedehnt, daß sie bis zu s = 32 km benutzt werden können. Darüber hinaus verliert die Formel in unseren Breiten schnell an Genauigkeit, aber bis zu dieser Grenze wird man nur selten um mehr als 0″001 in φ und l, und 0″01 im Azimut fehlen. Selbst für eine Seite von s = 38.8 km in $\varphi = 53^\circ$ ergaben sich gegen Schreibers Methode nur Abweichungen von 0″001 in φ, 0″002 in λ und 0″01 in A; dabei hatten die Hilfstäfelchen stark extrapoliert werden müssen.

Die Vorzüge der Rechnung liegen in der Einfachheit aller Operationen und in der Einheitlichkeit des Argumentes; als solches kommt in Breite nur φ des Ausgangspunktes in Frage. Ebenso klar sind die Vorzeichenregeln für die Korrektionen.

Die Maximalbeträge, zu denen die zweiten Glieder v^2i und vuk im Rahmen der Tafel bei $\varphi = 60^\circ$ ansteigen, belaufen sich auf 4″4; sie werden also durch 4stellige logarithmische Rechnung gerade auf 0″001 ermittelt und besitzen dann jene Genauigkeit, die dieser abgekürzten Reihe bis s = 32 km innewohnt.

Die beigegebenen Tafeln erstrecken sich über die mittleren Breiten 40° — 60° und beruhen auf Bessels Erdfigur, im Gegensatz zu unsern astronomischen Zwecken dienenden Erdtafeln, denen das Ellipsoid nach Helmert-Hayford zugrunde liegt. Da indes viele

Landesaufnahmen europäischer Staaten, darunter die an Areal ausgedehntesten, die Besselschen Werte benutzen, sind auch die Tafeln zur sphäroidischen Übertragung damit gerechnet.

Besonders vorteilhaft gestaltet sich die Reihenentwicklung für niedere Breiten, also für koloniale Vermessungen. Die Korrektionsglieder werden dann wegen der auftretenden Faktoren $\tan\varphi$, $\sin 2\varphi$ möglichst klein, wie die folgende Übersicht zeigt.

Maximale Beträge der Korrektionsglieder für s=31623m [log s=4.50000] bei

$\varphi =$	0°	30°
v^2i	0	1″47
vuk	0	1.46
β_1	0″002	0.004
β_2	0	0.022
μ_1	0.008	0.017
μ_2	0.008	0.020

Die Tafeln werden in Äquatornähe noch bequemer im Gebrauch und die Übertragungsschärfe ist für jene Regionen mehr als genügend; denn über 4 cm Punktfehler bei 35 km Seitenlänge kann nicht vorkommen. Südwestafrika, Ostafrika, Neuguinea, die Südseeinseln sind Länder, in denen diese Reihenentwicklung praktisch vollständige Schärfe erzielen würde. Vielfache Kontrollrechnungen haben gelehrt, daß die Methode auch in unsern Breiten selten um mehr als 5 cm fehlt.

Tafeln für die Schreiberschen Größen (1) und (2) mit Bessels Konstanten, die ebenfalls zur Hand sein müssen, wurden an vielen Stellen veröffentlicht; erwähnt seien nur Th. Albrecht, Formeln u. Hilfstafeln f. geogr. Ortsbest. 4. Aufl. Leipzig 1908. Taf. 32k. — L. Ambronn, J. Domke, Astron.-geodätische Hilfstafeln. Berlin 1909. Taf. 29. — W. Jordan, Handb. d. Vermessungskunde. III. Bd. 6. Aufl. Stuttgart 1916. S. [9] und [30]. — Rechnungsvorschr. f. d. trigon. Abteil. d. Landesaufnahme. Formeln und Tafeln zur Berechnung der geographischen Koordinaten. Erste, zweite, dritte Ordnung. Berlin.

Liegt die umgekehrte Aufgabe vor, d. h. sollen die Azimute A, A′ und die Länge s der geodätischen Linie aus den Breiten- und Längendifferenzen abgeleitet werden, so kann man ohne neue Tafeln durch folgende einfache Formeln zum Ziel gelangen:

$$\operatorname{cotg}\tfrac{1}{2}(A' + A) = -\frac{(1)\,l}{(2)(\varphi' - \varphi)}\cos\tfrac{1}{2}(\varphi' + \varphi)$$

$$A' - A = 180° + l\sin\tfrac{1}{2}(\varphi' + \varphi)$$

$$s = \frac{\varphi' - \varphi}{(1)\sin\tfrac{1}{2}(A' + A)} = -\frac{l\cos\tfrac{1}{2}(\varphi' + \varphi)}{(2)\cos\tfrac{1}{2}(A' + A)}$$

Die Formel wahrt bei mittleren Breiten bis $s = 32$ km ungünstigsten Falles in A die Genauigkeit von 0″.1 und in s diejenige von 4 cm. Der Unsicherheit von 0″.1 in A entspricht bei $s = 32$ km eine Querverschiebung von 1.5 cm.

Das folgende Beispiel gilt für eine Seitenlänge von $s = 30.2$ km. Die Schreibersche Methode führte auf genau identische Ergebnisse für φ', λ', A'.

Beispiel.

φ	53° 19′ 41″.380
λ	19 34 56.747
A	155 56 17.78
lg s	4.4797926
cos A	9.9605215_n
sin A	9.6103627
lg u	4.4403141_n
lg (1)	8.5098869
	2.9502010_n
u (1)	— 891″.663
— $v^2 i$	— 0.515
β_1	+ 4
β_2	— 19
$\varphi' - \varphi$	— 14′ 52″.193
φ'	53° 4′ 49″.187
lg v	4.0901553
lg (2)	8.5088473
	2.5990026
v (2)	+ 397″.194
v u k	— 2.300
μ_1	+ 19
μ_2	— 5
l cos φ	+ 394.908
lg l cos φ	2.5964959
cos φ	9.7761423
lg l	2.8203536
l	+ 11′ 1″.232
lg l	2.8203536
sin φ_m	9.9035109
lg l sin φ_m	2.7238645
l sin φ_m	+ 8′ 49″.498
A′ — A	180° 8′ 49″.50
A′	336 5 7.28
λ'	19 45 57.979

φ_m	53° 12′ 15″.28
lg v^2	8.1803
lg i	1.5313
	9.7116
lg $v^2 u$	12.6206
lg v	4.0902
lg u	4.4403_n
lg k	1.8313
	0.3618_n
lg s	8.9596
lg $s^2 v$	13.0498
lg v^3	12.2705

42. Meridianbogen M vom Äquator bis zur Breite φ.

Bei der Berechnung rechtwinkliger sphäroidischer Koordinaten auf der Erdoberfläche und für kartographische Entwürfe mancherlei Art braucht man vielfach die lineare Länge M des Meridianbogens vom Äquator bis zur vorgelegten Breite φ. Die kurze Tafel 42a enthält diesen Wert in solcher Ausdehnung, daß man ihr die Größe M für jede beliebige Breite zwischen 0° und 90° entnehmen kann.

Den Tafeln liegt wieder aus den in Nr. 41 (S. 30) dargelegten Gründen Bessels Erdfigur zugrunde. Das Intervall beträgt zwar einen vollen Grad, die beigefügten Interpolationsgrößen erlauben indes die bequeme Ableitung aller Zwischenwerte auf 1—2 cm genau. Zu dem Zwecke steht hinter der I. Differenz der 7stellige $\log \Delta(1'')$, wo $\Delta(1'') = \frac{\text{I. Diff.}}{3600}$ ist, und dann folgt die Spalte der natürlichen II. Differenzen. Beigegeben wurden noch die Interpolationsfaktoren der II. Differenzen für Minutenunterteilung (Tafel 42b). Am besten geht man bei der Interpolation vom nächst gelegenen Tafelwert aus und berechnet den Einfluß der II. Differenzen mit dem Rechenschieber; die III. Differenzen machen innerhalb der angestrebten Genauigkeit von 0.01 m nichts mehr aus.

Beispiel 1. $\varphi = 48° 12' 34''.742$ II. D. + 19.35
($754''.742$)

M(48°) 5317885.23	$\log \Delta(1'')$ 1.4897534	+ 23310.52
+ 23308.92	2.8777985	— 1.60
M = 5341194.15 m	4.3675519	+ 23308.92

(Strenger Wert .150)

Beispiel 2. $\varphi = 52° 37' 32''.671$ II. D. + 18.86
($-22\ 27.329 = -1347''.329$)

M(53°) 5874014.72	$\log \Delta(1'')$ 1.4900524	— 41641.47
— 41643.68	3.1294737 n	— 2.21
M = 5832371.04 m	4.6195261 n	— 41643.68

(Strenger Wert .046)

43. Parallaktische Faktoren.

Die Tafel erleichtert die Berechnung der parallaktischen Faktoren. Sie beruht auf der Sonnenparallaxe $\pi = 8''.80$ und der von der Pariser Ephemeridenkonferenz vom Oktober 1911 für den Gebrauch der astronomischen Jahrbücher angenommenen Erdabplattung $\alpha = \frac{1}{297}$ (für Erdradius ϱ zum Beobachtungsort). Dreistellige Rechnung genügt für alle Kometen und die gewöhnlichen Beobachtungen der kleinen Planeten.

Ist α, δ der geozentrische, α', δ' der topozentrische Ort des Gestirns, t sein Stundenwinkel, Δ sein Erdabstand, so hat man als Parallaxe in α und δ zum Übergang vom beobachteten topozentrischen auf den geozentrischen Ort:

$$(\alpha - \alpha')^s = \frac{1}{\Delta}(\pi\varrho\cos\varphi')^s \sin t \sec\delta$$

$$\operatorname{tang}\gamma = \operatorname{tang}\varphi' \sec t \qquad \gamma < 180^\circ$$

$$(\delta - \delta')'' = \frac{1}{\Delta}(\pi\varrho\sin\varphi')'' \sin(\gamma - \delta)\operatorname{cosec}\gamma$$

Beispiel. $\varphi = +48^\circ 35'$ $t = -3^h 18^m.4$ $\delta = +8^\circ 27'$ $\log\Delta = 9.827$

$\lg(\pi\varrho\cos\varphi')^s$	9.590	$\operatorname{tg}\varphi'$	0.052	$\lg(\pi\varrho\sin\varphi')''$	0.817
$\sin t$	9.882_n	$\sec t$	0.188	$\sin(\gamma-\delta)$	9.894
$\sec\delta$	0.005	$\operatorname{tg}\gamma$	0.240	$\operatorname{cosec}\gamma$	0.062
$\lg(1:\Delta)$	0.173	γ	60°1	$\lg(1:\Delta)$	0.173
$\lg(\alpha-\alpha')^s$	9.650_n	$\gamma-\delta$	+51.6	$\lg(\delta-\delta')''$	0.946
$\alpha-\alpha'$	$-0^s.447$			$\delta-\delta'$	$+8''.83$

44. Dimensionen der Erde.

Der Tabelle der Erddimensionen liegt zugrunde der Äquatorradius a = 6378200.00 m nach Helmert (1907) und der von der internationalen Ephemeridenkonferenz in Paris 1911 zur Berechnung der Parallaxe vorgeschriebene Wert der

$$\text{Abplattung } \alpha = \frac{1}{297.0} \text{ nach Hayford (1909).}$$

Aus den beiden Daten a und α wurden die übrigen Größen mit 8stelligen Logarithmen berechnet. Bei der Ableitung des Meridianquadranten Q ist das Quadrat der Abplattung α berücksichtigt, $Q = a\frac{\pi}{2}\left(1 - \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^2}{16}\right)$, für die Oberfläche F die 8^{te} Potenz der Exzentrizität e mitgenommen, $F = 4b^2\pi(1 + \frac{2}{3}e^2 + \frac{3}{5}e^4 + \frac{4}{7}e^6 + \frac{5}{9}e^8)$.

45. Normalzeiten der wichtigeren Länder.

46a. Maßvergleichungen.

Die Zahlenangaben beziehen sich auf das legale Meter (1 Meter = 443.296 Pariser Linien); um auf das internationale Meter überzugehen sind den Logarithmen + 580 Einheiten der VIII. Dezimalstelle hinzuzufügen.

46b. Lineare Ausdehnungskoeffizienten für 1° C innerhalb der gewöhnlichen Gebrauchstemperaturen.

Die Tafel enthält die linearen Ausdehnungskoeffizienten von einigen Metallen und Materialien, die für astronomische und geodätische Apparate in Betracht kommen.

47. Barometrische Höhenmessung.

Die Tafeln zur barometrischen Höhenbestimmung kommen in mehrfacher Einrichtung vor.

Die Anordnung der ersten Gruppe (Tafel I—VI) ist im wesentlichen diejenige, die Angot[1]) seinen barometrischen Höhentafeln gegeben hat. Sie gründen sich auf die Laplacesche Formel:

$$Z = 18400\left[1 + \frac{k(Z + 2z_o)}{2R}\right](1 + \alpha\Theta)\log\frac{p_o}{p},$$

wo

p_o den Luftdruck auf der unteren Station bedeutet,
p den Luftdruck auf der oberen,
z_o die Meereshöhe der unteren Station,
Z die Niveaudifferenz beider Stationen,
R den Erdradius,
k den Koeffizienten, der die Abnahme der Schwere mit der Höhe berücksichtigt,
Θ die für geographische Breite und Feuchtigkeit verbesserte Temperatur,
α den Ausdehnungskoeffizienten der Luft ($\alpha = 0.00366$).

Erfolgte die Messung mit Quecksilberbarometern, so sind die Stände p_o und p nicht nur auf 0° (Tafel 11) zu reduzieren, sondern auch wegen der Schwereänderung mit der geographischen Breite und der Seehöhe zu verbessern. Hierzu dienen die Tafeln Ia und Ib. Durch Tafel Ia wird die Reduktion des Quecksilberbarometers auf die geographische Breite $\varphi = 45°$ vollzogen, durch Tafel Ib die Schwerekorrektion für Seehöhe berücksichtigt, die in doppelter Weise angegeben ist. Für Hochebenen ist in dem Korrektionsausdruck $-\frac{kzp}{R}$ der Koeffizient $k = \frac{5}{4}$ gesetzt, für die freie Atmosphäre (Messungen im Ballon) $k = 2$. Für einen Berg nimmt man das Mittel der beiden Verbesserungen.

Der Einfluß der geographischen Breite und der Feuchtigkeit läßt sich bequem mit der Temperatur vereinigen, indem man als korrigierte Lufttemperatur Θ nimmt:

[1]) A. Angot, Sur la formule barométrique. Ann. du bur. centr. météorol., Année 1896. B. Mémoires, S. 159. Paris 1898.

$$\Theta = \frac{t_o + t}{2} + 0^{\circ}71 \cos 2\varphi + 51^{\circ}36 \frac{f_o}{p_o} + 51^{\circ}36 \frac{f}{p}.$$

φ ist die geographische Breite, t_o f_o p_o Temperatur, Dampfspannung und Druck auf der unteren Station, t f p hat die entsprechende Bedeutung für die obere Station. Tafel IIa gibt die Breitenkorrektion der Temperatur $+ 0^{\circ}71 \cos 2\varphi$, Tafel IIb mit den Argumenten f und p die Größe $+ 51^{\circ}36 \frac{f}{p}$. Ist der Dampfdruck f im oberen Niveau nicht beobachtet, so kann man mit Hilfe von Tafel IIc seinen genäherten Wert ableiten. Jedenfalls ist dieses Verfahren der völligen Vernachlässigung der Feuchtigkeit der oberen Station unbedingt vorzuziehen, um so mehr, da das zugrunde liegende empirische Gesetz der geometrischen Progression in der Abnahme des Dampfdrucks mit der Höhe überraschend genau zutrifft. Die beiläufige Höhe Z des oberen Niveaus über dem unteren ist für diesen Zweck stets mehr als hinreichend nahe bekannt.

Mit Hilfe der Tafeln I und II bestimmt man so p_o, p, Θ. Dann schreibt sich die Höhenformel:

$$Z = Z_I (1 + \alpha\Theta) \left[1 + \frac{k}{2R}(Z + 2z_o)\right],$$

wo

$$Z_I = 18400 \cdot \log \frac{p_o}{p}$$

Die Haupttafel III gibt den Wert $18400 \cdot \log \frac{760}{p}$, sodaß ein Blick in die Tafel für einen vorgelegten Barometerstand p sofort die rohen Meereshöhen anzeigt. Bildet man die Differenz der Tafelwerte für p und p_o, so erhält man die Niveaudifferenz Z_I beider Stationen gültig für die Temperatur 0° und ohne Berücksichtigung der Änderung der Schwerkraft. Eine zweite Näherung Z_2, die der Temperatur Rechnung trägt, ist gegeben durch:

$$Z_2 = Z_I + \alpha\Theta Z_I$$

Die Verbesserung $+ \alpha\Theta Z_I$ liefert die Tafel IV.

Der definitive Höhenunterschied Z der Stationen geht nun hervor, wenn man noch die Korrektion wegen Abnahme der Schwere mit der Höhe anbringt:

$$Z = Z_2 + \frac{k Z_2 (Z_2 + 2z_o)}{2R}$$

Tafel V enthält diese stets positive Korrektion unter der Annahme $k = 2$ (freie Atmosphäre).

Das Korrektionsglied wegen Temperatur (Tafel IV) ist nur strenge richtig unter Annahme einer konstanten Temperatur für die Luftschicht zwischen den beiden Beobachtungsstationen. Setzt man aber voraus — und das wird durchweg der Wahrheit näher kommen —

daß die Temperatur linear mit der Höhe abnimmt, so ist von den aus der Rechnung nach der gewöhnlichen Formel erhaltenen Höhen der durch die Tafel VI angegebene Bruchteil abzuziehen. Nur bei großen Höhendifferenzen kann die Korrektion merklich werden, meist wird sie kleiner bleiben als die Beobachtungsfehler.

Beispiel. Höhendifferenz zwischen dem Pic du Midi und dem Observatorium Bagnères-de-Bigorre ($\varphi = +43°$, $z_o = 547$ m). Gemessen mit Quecksilberbarometern 1896 Juni 11.

Station	Druck ohne Schwerekorr.	Schwerekorr. für φ Tafel Ia	Schwerekorr. für z Tafel Ib	Druck mit Schwerekorr.	Temperatur	Dampfspannung	Bemerkungen
	mm	mm	mm	mm		mm	
Bagnères .	719.4	−0.13	−0.06[1])	719.2	+17°5	9.4	[1]) Korrektion f. Hochebene
Pic du Midi	543.2	−0.10	−0.38[2])	542.7	+ 2.1	3.0	[2]) „ „ Berg

Korrektion der Temperatur

$\frac{t_o + t}{2}$	+ 9°80
Tafel IIa	+ 0.05
„ IIb	+ 0.67
	+ 0.29
$\Theta =$	+ 10.81

Tafel III

542.7	2691.1 m
719.2	441 0
$Z_I =$	2250.1
Tafel IV	+ 89.2
„ V	+ 1.3
„ VI	— 0.6
$Z =$	2340.0 m

Braucht nicht die äußerste Genauigkeit erreicht zu werden und soll nur die Verbesserung wegen Lufttemperatur Berücksichtigung finden, so führt folgendes Verfahren schnell zum Ziel. Man bildet

$$n = \frac{p_o}{p},$$

entnimmt der mit dem Argument n entworfenen Tafel VII die zugehörige Höhendifferenz Z_I und korrigiert Z_I noch wegen Temperatur nach Tafel IV oder sucht das Temperaturglied $+ \alpha\Theta Z$ direkt mit dem Rechenschieber auf, wie man auch die ganze Rechnung am bequemsten und hinreichend scharf mit dem Rechenschieber erledigt. Man setzt hier einfach $\Theta = \frac{t_o + t}{2}$.

Beispiel (wie vorhin).

p_o 719.2 mm	Θ + 9°8
p 542.7 „	
n 1.325	Z_I 2249 m
	$+ \alpha\Theta Z$ +81 „
	Z 2330 m

Für die erste Reduktion während der Reise und für Ballonfahrten wird diese Methode die kürzeste sein.

Kurz und bequem läßt sich die barometrische Höhenformel auch logarithmisch tabulieren. Unter Beibehaltung der festgesetzten Bezeichnungen schreiben wir:

$$Z = (\log p_o - \log p) \times 18400 \left(1 + \alpha \frac{t_o + t}{2}\right) \times \left(1 + 0.377 \frac{f_o + f}{p_o + p}\right)$$
$$\times (1 + 0.00265 \cos 2\varphi) \times \left(1 + \frac{Z + 2z_o}{R}\right)$$

und erhalten durch Logarithmierung mit leicht ersichtlicher Bedeutung der Faktoren A, B, C, D:

$$\log Z = \log (\log p_o - \log p) + \log A + \log B + \log C + \log D$$

Die log A, log B, log C, log D stehen in den Tafeln VIIIa, b, c, d auf vier Dezimalen genau; log B, log C, log D sind in Einheiten der 4. Dezimale gegeben. Hat man die Dampfspannungen f_o und f nicht gemessen, so entnimmt man log B mit dem rechts stehenden Vertikalargument $\frac{t_o + t}{2}$ (Mittel der Lufttemperaturen an beiden Stationen); für gewöhnliche Zwecke reicht dieses Verfahren immer aus. Vor Beginn der Rechnung werden die Ablesungen am Quecksilberbarometer auf die Quecksilbertemperatur 0° (Tafel 11) und wegen Schwere (Tafel 1a, b) reduziert.

Beispiel (wie vorhin).

p_o 719.2 mm	log 2.8568			t_o +17°5		f_o 9.4 mm	
p 542.7 „	„ 2.7346			t + 2.1		f 3.0 „	
$p_o + p$ 1261.9 mm	$\log \frac{p_o}{p}$ 0.1222	log	9.0871	$\frac{t_o + t}{2}$	+ 9.8	$\frac{f_o + f}{2}$	6.2 mm
		log A	4.2801				
		„ B	+ 16				
		„ C	+ 1			φ	+ 43°
		„ D	+ 2			$2z_o$	1094 m
		log Z	3.3691			Z	2000 „
		Z =	2339 m			$Z + 2z_o$	3094 m

Hätte man, statt mit $\frac{f_o + f}{2}$, mit $\frac{t_o + t}{2}$ den log B entnommen, so käme Z = 2341 m heraus. —

Rechnet man mit Quecksilberständen, die nur auf den Gefrierpunkt, nicht auch auf Normalschwere reduziert sind, so wäre statt der Konstante 18400 in die barometrische Höhenformel die neue Konstante 18446 für Erhebungen in der freien Atmosphäre (Ballon) und 18429 für Bergbesteigungen einzuführen.

48. Sättigungsdrucke des Wasserdampfes.

Die Tafel beruht auf den Beobachtungen von Regnault, berechnet von Broch[1]), verbessert nach Wiebe[2]) und umgerechnet auf die Wasserstoffskala. Sie gibt zu dem durch Messungen am Hypsothermometer gewonnenen Siedepunkt T des Wassers den zugehörigen atmosphärischen Druck p in Millimetern Quecksilber von 0° und normaler Schwere an und dient so der Kontrolle der leicht veränderlichen Federbarometer.

In der dritten Spalte stehen noch, lediglich um den Überblick zu unterstützen, die durch Siedepunkt T oder Druck p festgelegten rohen Meereshöhen $Z_o = 18400 \log \frac{760}{p}$, die mit Hilfe der Haupttafel III in den Tafeln 47 zur barometrischen Höhenmessung gebildet worden sind.

49. Julianische Periode.

Die Tafel dient dazu, das Intervall zwischen zwei gegebenen weit auseinanderliegenden Daten der christlichen Zeitrechnung (des julianischen und gregorianischen Kalenders) in Tage zu verwandeln oder umgekehrt von einem Datum auf ein durch eine große Anzahl Tage davon getrenntes überzugehen. Bei astronomischen Rechnungen kommt diese Aufgabe häufig vor; erinnert sei nur an die Untersuchung von veränderlichen Sternen, an die Ableitung der mittleren Anomalie bei Planeten und kurzperiodischen Kometen, der wahren Anomalie für parabolische und parabelnahe Bahnen, an die Diskussion von Perioden aller Art. Die Haupttafel a beginnt mit dem Jahre 0 und gibt die Tage der julianischen Periode für den nullten Januar jedes 4ten Jahres der christlichen Zeitrechnung. Die Interpolationstafel b enthält die Zahl der Tage für 4 Jahre an jedem nullten Tag des Monats. Da die Tabelle in erster Linie für neuere astronomische Beobachtungen bestimmt ist, wurde sie auf die vorchristliche Zeit nicht ausgedehnt.

Der Gebrauch der Tafel ist so einfach, daß ein Beispiel zur Erläuterung genügt.

Beispiel. Gesucht das Intervall in Tagen zwischen

140 März 21.96 MZ Greenw. (Von Ptolemäus beobachtetes Frühlingsäquinox)

und 1915 März 21.20 „ „ (Frühlingsäquinox).

140 März 21.96	1915 März 21.20
1 772 192	2 419 402
81.96	1 176.20
1 772 273.96	2 420 578.20

Intervall = $648\,304^d24$

[1]) Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mes. 1 A 22; Paris 1881.
[2]) Ztschr. f. Instrkde. **13**, 329; 1893 und Tafeln f. d. Spannkr. d. Wasserdampfes, 2. Ausg., Braunschweig 1903.

50. Wahre Anomalie in der parabolischen Bewegung.

Es wird die Umkehrung der Barkerschen Tafel gegeben, wie sie zum ersten Mal Bauschinger[1]) nach dem Vorgange von Burckhardt[2]) und Leverrier[3]) in bequemer Anordnung und Ausdehnung berechnet und veröffentlicht hat. Schon im Jahre 1816 stellte allerdings Gauß eine gleiche Tafel von ähnlichem Umfange her, die zu dem Argument $[3.700\,5216]\cdot\frac{t}{q^{\frac{3}{2}}} = [3.700\,5216]\cdot M$ den Wert v auf 0″001 genau angibt. Die schöne Tafel, deren Gauß später nie mehr gedenkt[4]), wurde erst im Jahre 1906 von Brendel[5]) aus dem Nachlasse herausgegeben; sie umfaßt 11 Druckseiten. —

Entsprechend der hier angestrebten Genauigkeit sind die wahren Anomalien v in Tafel 50a nur auf volle Sekunden verzeichnet.

Bedeutet v die wahre Anomalie in der Parabel, q die Periheldistanz, t die seit dem Periheldurchgang verflossene Zeit, so ist

$$M = \frac{t}{q^{\frac{3}{2}}}$$

das Argument der Tafel für die wahre Anomalie v. Sei ferner M_o ein Tafelargument und v_o der zugehörige Funktionswert, so findet man das zu M gehörige v durch

$$v = v_o + (M - M_o)\,A\,,$$

wenn man A oder $\log A$ mit dem Argument $\frac{M + M_o}{2} = M_o + \frac{M - M_o}{2}$ der Tafel entnimmt. Für die Interpolationsrechnung genügt in allen Fällen vierstellige logarithmische Rechnung. Soll umgekehrt zu einem vorgelegten v der Wert M gesucht werden, so hat man

$$M - M_o = \frac{v - v_o}{A}\,,$$

wo man A oder $\log A$ gleich schätzungsweise für das Argument $v_o + \frac{v - v_o}{2}$ interpolieren kann.

Der Radiusvektor r in der Parabel folgt aus

$$r = q\sec^2\frac{v}{2}$$

Bei großen v werden alle Tafeln unbequem und versagen schließlich. Unsere Tafel bricht daher bei $\log M = 4.60$, $v = 169°8$

[1]) J. Bauschinger, Taf. z. theoret. Astron. Leipzig 1901. Taf. XV.

[2]) J. C. Burckhardt, Connaissance des temps pour 1818. Paris 1815. S. 319.

[3]) U. J. Leverrier, Annales de l'observ. de Paris. Bd. I. Paris 1855. S. 226.

[4]) Auch nicht A. N. 20 (1843) 299 (Nr. 474), wo Gauß sich auf Burckhardts Tafel bezieht.

[5]) C. F. Gauß Werke, VII. Bd. S. 351. Leipzig 1906.

ab. Die folgende kleine Tafel 50b ermöglicht dann die Ermittelung von v schon von $v = 155°$ an bis $v = 180°$. Sie verlangt die Durchrechnung der einfachen Formeln:

$$\frac{1}{M} = \frac{q^{\frac{3}{2}}}{t}$$

$$\sin w = \sqrt[3]{[2.34090] \cdot \frac{1}{M}} \qquad w \text{ im II. Quadranten}$$

$$v = w + \delta$$

Beispiel 1. $t = -36^d55397$ $\log q = 9.51907$

lg t	1.56294	lg A	5.3983	$\frac{v}{2} = -54° 57' 58''5$
$\lg q^{\frac{3}{2}}$	9.27861		7.6365	
lg M	2.28433		3.0348	$\sec^2 \frac{v}{2}$ 0.48210
$\lg M_o$	2.28	$108° 57' 54''$		lg q 9.51907
	0.00433	$+ 18 3$	1083″	log r 0.00117
		$v = -109° 15' 57''$		

Beispiel 2. $t = +10000^d$ $\log q = 9.51907$

$\lg q^{\frac{3}{2}}$	9.27861	w	$170° 44' 32''$	$\frac{v}{2} = 85° 22' 16''5$ $\sec^2$ 2.18626
lg t	4.00000	δ	1	lg q 9.51907
lg(1:M)	5.27861	$v = 170° 44' 33''$		log r 1.70533
	2.34090			
	7.61951			
sin w	9.20650			

Beispiel 3. $v = -7° 18' 48''$ $\log q = 9.51907$ Gesucht t.

v_o	$6° 57' 8''$		
v	7 18 48		
	21 40 = 1300″	lg	3.1139
		lg A	3.6971
			9.4168
M_o	5.0		
	+ 0.2611		
M	5.2611		

lg M	0.72108	
$\lg q^{\frac{3}{2}}$	9.27861	
lg t	9.99969	$t = -0^d99928$

51. Wahre Anomalie in parabelnahen Bahnen.

Eine der kürzesten und bequemsten Methoden, die wahre Anomalie v und den Radiusvektor r in parabelnahen Bahnen zu ermitteln, hat Th. v. Oppolzer[1]) ausgearbeitet. Aus den Bahnelementen werden zunächst die konstanten Größen abgeleitet:

$$\varepsilon = \frac{1-e}{1+e} \qquad \alpha = \frac{f}{q^{\frac{3}{2}}}\sqrt{\frac{1+e}{2}} \qquad \beta = \varepsilon E$$

Die log f und log E entnimmt man der Tafel 51a mit dem Argument ε. ε selbst kann bequem mit der Tafel V in den „Fünfstelligen Logarithmentafeln" von F. W. Rex[2]) (S. 113) gebildet werden, die zum Argument log x den Wert $\log \frac{1+x}{1-x}$ angibt. Dann folgt die Rechnung für jeden Ort:

$$M = \alpha t \qquad x = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} w}{f} \qquad n = \beta x^2$$

w wird mit Argument M der parabolischen Tafel 50a entlehnt; es ist der dort mit v bezeichnete Winkel, der aber hier nicht die wahre Anomalie darstellt.

$$\operatorname{tg} \tfrac{1}{2} v = x G H$$

$$\Theta = \varepsilon \operatorname{tg}^2 \frac{v}{2}$$

$$r = \frac{q\left(1 + \operatorname{tg}^2 \frac{v}{2}\right)}{1+\Theta}$$

G mit Argument n aus Tafel 51 b,
H mit den Argumenten n und ε aus Tafel 51 c.

Die Tafelgrenzen sind soweit ausgedehnt, daß sie von kurzperiodischen Kometen nur in den seltensten Fällen überschritten werden.

Beispiel. $e = 0.86400$ $\log q = 9.60095$ $t = 26^d9953$

lg (1 − e)	9.13354	$\lg \sqrt{\frac{1+e}{2}}$	9.98471
lg (1 + e)	0.27045	lg f	9.98690
lg ε	8.86309	lg (1 : $q^{\frac{3}{2}}$)	0.59857
ε	0.072962	lg α	0.57018
lg E	9.99905		
lg β	8.86214		

[1]) Th. v. Oppolzer, Lehrb. z. Bahnbest. d. Kometen u. Planeten. I. Bd. 2. Aufl. Leipzig 1882. S. 73.

[2]) Stuttgart 1884.

lg t	1.43130	lg x^2	9.97426	$\operatorname{tg}^2\frac{v}{2}$	9.99864
lg M	2.00148	lg n	8.83640	lg Θ	8.86173
w	86° 34′ 31″	n +	0.068612		
$\frac{w}{2}$	43 17 15	lg x	9.98713	$\lg\left(1+\operatorname{tg}^2\frac{v}{2}\right)$	0.30035
$\operatorname{tg}\frac{w}{2}$	9.97403	lg G	0.01219		9.90130
		lg H	0	lg (1 + Θ)	c 3049
		$\operatorname{tg}\frac{v}{2}$	9.99932	log r	9.87081
		$\frac{v}{2}$	44° 57′ 19″		
		v	89 54 38		

52. Perihelzeit in parabelnahen Bahnen.

Die Ermittelung der Perihelzeit T aus der wahren Anomalie v in parabelnahen Bahnen läßt sich durch eine wenig umfangreiche Tafel nach Th. v. Oppolzer[1]) recht bequem gestalten. Bedeutet v_1 die zur Zeit t_1 zugehörige wahre Anomalie, so hat man für den Periheldurchgang T die Beziehung:

$$T = t_1 - \frac{q^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{1+e}}\left(P_1 \operatorname{tg}\frac{v_1}{2} + P_3 \operatorname{tg}^3\frac{v_1}{2}\right)$$

wo $\log P_1$, $\log P_3$ mit dem Argument

$$\Theta = \frac{1-e}{1+e}\operatorname{tg}^2\frac{v_1}{2}$$

der Tafel 52 entnommen werden. $T - t_1 = t$ ist in mittleren Sonnentagen ausgedrückt. Für stark hyperbolische Bahnen (Θ negativ) kann die Vernachlässigung der zweiten Differenzen bei der Interpolation einen Fehler von einer Einheit der 5. Stelle in $\log P_1$ und $\log P_3$ nach sich ziehen.

Beispiel. $e = 0.85240$ $\log q = 9.60493$ $v_1 = -72° 57′ 58″$

$\frac{v_1}{2}$	−36° 28′ 59″	lg P_1	2.05314	lg $q^{\frac{3}{2}}$	9.40740
lg (1 − e)	9.16909	$\operatorname{tg}\frac{v_1}{2}$	9.86894_n	lg $\sqrt{1+e}$	0.13387
lg (1 + e)	0.26774		1.92208_n − 83.576		9.27353
	8.90135				1.99328_n
$\operatorname{tg}^2\frac{v_1}{2}$	9.73788	lg P_3	1.56607	lg (− t)	1.26681_n
lg Θ	8.63923	$\operatorname{tg}^3\frac{v_1}{2}$	9.60682_n	$T - t_1$	$= +18^d.4846$
Θ	+ 0.043574		1.17289_n − 14.890		
			− 98.466		

[1]) Th. v. Oppolzer, Lehrb. z. Bahnbest. d. Kometen u. Planeten. II. Bd. Leipzig 1880. S. 479.

53, 54. Auflösung der Keplerschen Gleichung.

Den Übergang von der Zeit t oder der mittleren Anomalie $M = \mu t$ (μ mittlere tägliche Bewegung) zur wahren Anomalie v vermittelt bei elliptischen Bahnen mäßiger Exzentrizität die exzentrische Anomalie E. Mittlere und exzentrische Anomalie sind verbunden durch die transzendente Keplersche Gleichung

$$M = E - e \sin E$$

aus der bei bekanntem M und e die exzentrische Anomalie E zu bestimmen ist. Mit E gelangt man dann durch bequeme Formeln zur wahren Anomalie v und zum Radiusvektor r.

Handelt es sich wie hier nur um 5stellige Genauigkeit, so führen zwei verwandte von Tietjen angegebene Methoden gleich zum strengen Ergebnis, oder bei höheren Genauigkeitsansprüchen zu einem sehr guten Näherungswert, von dem aus das scharfe Resultat leicht zu erhalten ist.

Nach der Größe der Exzentrizität werden zwei Verfahren innezuhalten sein. Ist $e < 0.25$, so genügt der folgende einfache Formelkomplex:

$$\tan x_o = \frac{e \sin M}{1 - e \cos M}$$

$$E = M + x_o - \frac{\sigma}{1 - e \cos M}$$

σ hat das Vorzeichen von x_o

in dem die Größe σ mit dem Argument x_o durch Tafel 53 gegeben ist.

Etwas umständlicher wird die Rechnung, wenn die Exzentrizität 0.25 übersteigt, aber noch innerhalb der oberen Grenze von etwa 0.6 bleibt. Dann hat man unter Benutzung der Tafel 54 für log C mit Argument x_o zu rechnen:

$$\tan x_o = \frac{e \sin M}{1 - e \cos M} \qquad A = \frac{\cos x_o}{1 - e \cos M}$$

$$\Delta x = -AC \sin^3 x_o$$

$$\delta x = \frac{\Delta x}{\cos x_o \left(1 + 2A \sin^2 \frac{1}{2}(x_o + \frac{1}{2}\Delta x)\right)}$$

$$E = M + x_o + \delta x$$

log C stets positiv. Δx und δx in Bogensekunden.

Beispiel 1. $e = 0.24532$ $M = 332° 28' 55''$

lg e	9.38973
sin M	9.66467_n
cos M	9.94786
e sin M	9.05440_n
e cos M	9.33759
lg (1 − e cos M)	9.89345
tg x_o	9.16095_n
σ	$-100''$
lg σ	2.0000_n
lg $\frac{\sigma}{1 - e \cos M}$	2.1066_n

x_o	−8 14 33
$-\frac{\sigma}{1 - e \cos M}$	+ 2 8
	$E = 324° 16' 30''$

Der strenge Wert ist $E = 324° 16' 29''.5$

Beispiel 2. $e = 0.55495$ $M = 34^\circ\,19'\,36''$

lg e	9.74425	lg A	0.20371	$x_0 + \frac{\Delta x}{2}$	$29^\circ\,4'\,40''$
sin M	9.75121	lg C	4.52793		
cos M	9.91690	$\sin^3 x_0$	9.09751	$\frac{1}{2}\left(x_0 + \frac{\Delta x}{2}\right)$	14 32 20
e sin M	9.49546	$\lg \Delta x$	3.82915_n		
e cos M	9.66115	Δx	$-1^\circ\,52'\,28''$	$\sin^2 \frac{1}{2}\left(x_0 + \frac{\Delta x}{2}\right)$	8.79948
lg (1 − e cos M)	9.73376				
tg x_0	9.76170	M	$34^\circ\,19'\,36''$	lg 2A	0.50474
x_0	$30^\circ 0'54''$	x_0	$+\,30\;\;0\;54$	Σ	9.30422
cos x_0	9.93747	δx	$-\;1\;48\;\;6$	$1 + \Sigma$	0.07972
sin x_0	9.69917	E	$62^\circ\,32'\,24''$	cos $x_0(1 + \Sigma)$	0.01719
				lg δx	3.81196_n
				δx	$-\,1^\circ\,48'\,6''$

Der strenge Wert ist $E = 62^\circ\,32'\,25''.8$.

55, 56. Sehne und Verhältnis $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}}$ in der Parabel.

In der parabolischen Bahnbestimmung nach der Olbersschen Methode tritt die Ermittelung der Sehne s zwischen den Endpunkten der zu den Zeiten t_1 und t_2 gehörigen Radienvektoren r_1 und r_2 auf (Eulersche Gleichung). Nach dem Vorgange von Encke läßt sich diese Rechnung durch eine Hilfstafel recht einfach gestalten. Man hat

$$\eta = \frac{2k(t_2 - t_1)}{(r_1 + r_2)^{\frac{3}{2}}} \qquad s = (r_1 + r_2)\eta\mu \qquad \log 2k = 8.53661$$

$\log \mu$ mit dem Argument η aus Tafel 55.

Will man auch noch das Verhältnis $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}} = y$ kennen, das allerdings bei der Parabel geringes Interesse hat, so rechnet man weiter:

$$\sin \gamma = \eta\mu \qquad y = \frac{1 + 2\sec\gamma}{3}$$

oder: man entnimmt log y direkt mit dem Argument η der nächsten Tafel 56, bei deren Gebrauch man die zweiten Differenzen mit einer Wirkung von höchstens 0.5 Einheiten der 5^{ten} Dezimale durch Schätzung berücksichtigen muß, wenn es auf die letzte Stelle ankommt. Bei der Seltenheit des Gebrauchs dieser Tafel schien es unnötig, das Intervall zu verengern.

Beispiel. $t_2 - t_1 = 12^d.0000$ $\log r_1 = 9.82707$ $\log r_2 = 9.63542$

lg 2k	8.53661	$\sin\gamma$	9.55403
$\lg(t_2 - t_1)$	1.07918	$\sec\gamma$	0.02980
cpl $\lg(r_1 + r_2)^{\frac{3}{2}}$	9.93585	lg 2 sec γ	0.33083
lg η	9.55164	lg (1 + 2 sec γ)	0.49721
η	0.35616	lg 3	0.47712
lg μ	0.00239	log y	0.02009
$\lg(r_1 + r_2)$	0.04277		
lg s	9.59680		

oder direkt mit η aus Tafel 56:
log y 0.02009

57. Verhältnis $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}}$ in Ellipse und Hyperbel.

Jede Methode der Bahnbestimmung führt schließlich auf das Problem, aus zwei nach Lage und Größe gegebenen Radienvektoren die Elemente der Bahn zu ermitteln. Hierbei ist von entscheidender Wichtigkeit die Aufgabe, das Verhältnis y des von den beiden Radienvektoren und dem Stück der Bahnkurve begrenzten Sektors zu dem Dreieck aus eben diesen Radienvektoren und der Sehne ihrer Endpunkte zu ermitteln. Wir bezeichnen mit

$2f$ den Winkel zwischen den beiden Radienvektoren r_1 und r_2, deren Lage durch die heliozentrischen Örter l_1, b_1 und l_2, b_2 gegeben ist,

t_1, t_2 die Beobachtungszeiten, denen die Radienvektoren r_1, r_2 zugehören,

und haben zu rechnen:

$$\cos 2f = \sin b_1 \sin b_2 + \cos b_1 \cos b_2 \cos (l_2 - l_1)$$

oder
$$\sin^2 f = \sin^2 \tfrac{1}{2}(l_2 - l_1) \cos b_1 \cos b_2 + \sin^2 \tfrac{1}{2}(b_2 - b_1)$$

$$m = \frac{k^2 (t_2 - t_1)^2}{(2 \cos f \sqrt{r_1 r_2})^3}$$

$$\log k = 8.23558$$

$$\operatorname{tg}(45° + \omega) = \sqrt[4]{\frac{r_2}{r_1}} \qquad \tfrac{5}{6} = 0.83333$$

$$\log \tfrac{5}{6} = 9.92082$$

$$l = \frac{\sin^2 \tfrac{1}{2} f + \operatorname{tg}^2 2\omega}{\cos f}$$

$$h = \frac{m}{\tfrac{5}{6} + l + \xi}$$

Im ersten Versuch wird $\xi = 0$ gesetzt, eine Annahme, die bei exzentrischen Bahnen der Wahrheit nahe kommt. Dann nimmt man mit h aus Tafel 57a den Wert $\log y^2$ und sieht nach, ob wegen ξ eine Verbesserung nötig ist; denn ξ wird von Tafel 57b geliefert mit dem Argument:

$$x = \frac{m}{y^2} - 1$$

Für positive x hat man eine Ellipse, für negative x eine Hyperbel. Mit dem neuen h geht man wieder in die Tafel 57a für $\log y^2$ ein und wiederholt nötigenfalls das einfache Verfahren bis die Rechnung steht, d. h. bis sich für ξ derselbe Wert ergibt.

Beispiel. $t_2 - t_1 = 259^d8848$ $\log r_1 = 0.42828$ $\log r_2 = 0.40620$
$2f = 62° 55' 17''$

f	$31° 27' 39''$	$\frac{1}{2}f$	$15° 43' 49''$	
lg k	8.23558	$\sin^2 \frac{1}{2}f$	8.86630	
$\lg (t_2 - t_1)$	2.41478	$\operatorname{tg}^2 2\omega$	6.20814	
	0.65036	A	7.34184	
	1.30072	B	0.00095	
$\lg (\ldots)^3$	1.94766	lg Zähl.	8.86725	
lg m	9.35306	lg l	8.93630	
		l	0.08636	2. Näherung
lg 2	0.30103	$\frac{5}{6}$	0.83333	
cos f	9.93095		0.91969	0.91994
$\lg \sqrt{r_1 r_2}$	0.41724			
$\lg (\ldots)$	0.64922	$\lg (\frac{5}{6} + l)$	9.96364	9.96376
		lg h	9.38942	9.38930
$\lg (r_2 : r_1)$	9.97792	h	0.24514	0.24508
$\operatorname{tg} (45° + \omega)$	9.99448	$\lg y^2$	0.17226	0.17223
ω	$-0° 21' 50''$	$\lg \frac{m}{y^2}$	9.18080	9.18083
2ω	$-0\ 43\ 41$	$\frac{m}{y^2}$	0.15163	0.15164
		x	0.06527	0.06528
		ξ	0.00025	0.00025

Demnach $\log y = 0.086115$

Die zweite Näherung hat also gleich den wahren Wert des gesuchten Verhältnisses y geliefert. Dabei überschreiten die Zahlen des Beispiels bei weitem die in der Anwendung vorkommenden Grenzen. Bei Planetenbahnen empfiehlt sich als brauchbare erste Näherung $x = \sin^2 \frac{1}{2} f$, in unserm Falle mithin $x = 0.07352$, wodurch $\xi = 0.00032$, $h = 0.24506$, $\log y^2 = 0.17222$ erhalten worden wäre. Trotzdem dann schon der erste Versuch zum wahren Wert von $\log y$ führt, hätte man doch zur Sicherung die zweite Näherung durchrechnen müssen.

Der Einfluß der zweiten Differenzen erreicht an der ungünstigsten Stelle der Tafel 57a bei $h = 0.25 - 0.40$ etwa eine Einheit der 5^{ten} Dezimale. Man kann diese Verbesserung aber bei der linearen Interpolation noch leicht durch Schätzung im Kopf berücksichtigen. In der gleichen Lage ist man ja bei den 7stelligen Tafeln, wenn man dort der letzten Stelle sicher sein will.

58. Zur Berechnung der speziellen Störungen in den rechtwinkligen Koordinaten (Enckes f-Tafel).

Bei parabolischen oder langperiodischen Kometen und bei Planeten, für die nur die Beobachtungen einer Erscheinung vorliegen, empfiehlt sich die Störungsrechnung in den rechtwinkligen Koordinaten nach der für Bahnen jeder Form gleich gut anwendbaren Bond-Enckeschen Methode[1]). Ihr Vorzug, Kürze und Übersichtlichkeit der Rechnung, kommt voll zur Geltung, ihr Nachteil, starkes Anwachsen der Störungen, tritt noch nicht auf, es sei denn in Ausnahmefällen.

Zur bequemen Anwendung dieser Methode bedarf man der von Encke entworfenen Tafel der Größe f, die folgende Bedeutung besitzt. Es seien:

x_o, y_o, z_o, r_o heliozentrische Koordinaten und Radiusvektor in der ungestörten elliptischen Bahn des Himmelskörpers,

x, y, z, r heliozentrische Koordinaten und Radiusvektor in der gestörten Bahn,

ξ, η, ζ die Störungen in den Koordinaten,

sodaß

$$x = x_o + \xi \qquad y = y_o + \eta \qquad z = z_o + \zeta$$

Dann bildet man das Argument q durch:

$$q = \frac{x_o + \frac{1}{2}\xi}{r_o^2}\xi + \frac{y_o + \frac{1}{2}\eta}{r_o^2}\eta + \frac{z_o + \frac{1}{2}\zeta}{r_o^2}\zeta,$$

entnimmt der Tafel 58 den Wert f:

$$f = 3\left\{1 - \frac{5}{2}q + \frac{5\cdot 7}{2\cdot 3}q^2 - \frac{5\cdot 7\cdot 9}{2\cdot 3\cdot 4}q^3 + \frac{5\cdot 7\cdot 9\cdot 11}{2\cdot 3\cdot 4\cdot 5}q^4 - \ldots\right\}$$

$$\approx 3\cdot\frac{1+q}{1+\frac{7}{2}q+\frac{35}{12}q^2}$$

und erhält:

$$1 - \frac{r_o^3}{r^3} = fq.$$

In der Störungsrechnung nach den rechtwinkligen Koordinaten tritt weiter der Faktor

$$(wk)^2 m_1 10^7$$

auf. Hier bedeutet w das Intervall der Rechnung in Tagen, m_1 die Masse des störenden Planeten, und der Koeffizient 10^7 ist hinzugefügt, um die Störungsbeträge gleich in Einheiten der 7^{ten} Dezimale der astronomischen Einheit zu erhalten, d. h. man rechnet die mit 10^7 multiplizierten Störungen.

[1]) Berl. astron. Jahrb. 1858, S. 307. Berlin 1855.

Entsprechend hat man es bei der Ermittelung der speziellen Störungen in den Elementen mit dem Faktor

$$w k'' m_I$$

zu tun.

Beide Faktoren vereinigt für alle großen Planeten und für die Intervalle $w = 20^d$ und $w = 40^d$ die folgende Übersicht.

Massen und Störungsfaktoren der großen Planeten.

Planet	$\frac{1}{m_I}$	$\log m_I$	$\log [(wk)^2 m_I 10^7]$		$\log [wk'' m_I]$	
			$w = 20^d$	$w = 40^d$	$w = 20^d$	$w = 40^d$
Merkur . . .	6000000	3.22185 −10	9.2951−10	9.8972−10	8.0729−10	8.3739−10
Venus	408000	4.38934 −10	0.4626	1.0646	9.2404−10	9.5415−10
Erde+Mond	329390	4.48229 −10	0.5555	1.1576	9.3333−10	9.6344−10
Mars	3093500	3.50955 −10	9.5828−10	0.1848	8.3606−10	8.6616−10
Jupiter . . .	1047355	6.979906−10	3.05313	3.65519	1.83094	2.13197
Saturn . . .	3501.6	6.455733−10	2.52896	3.13102	1.30677	1.60780
Uranus . . .	22869	5.64075 −10	1.71397	2.31603	0.49179	0.79282
Neptun . . .	19700	5.70553 −10	1.77875	2.38081	0.55657	0.85760

$\log k$ 8.235581 — 10 $\log k''$ 3.550007

59. Zur Berechnung der Differentialquotienten in der Parabel.

Für die Berechnung der Differentialquotienten in der Parabel gewährt es eine wesentliche Erleichterung, wenn die Schönfeldschen[1]) Größen H, h_I, J, j tabuliert vorliegen.

Man erhält in dem Falle zur Verbesserung der parabolischen Bahn folgende Formeln:

$$\sin \mathbf{b} \sin \mathbf{B} = -\sin(\alpha - \Omega)$$
$$\sin \mathbf{b} \cos \mathbf{B} = +\cos i \cos(\alpha - \Omega)$$
$$\cos \mathbf{b} = -\sin i \cos(\alpha - \Omega)$$

$$\sin \mathbf{c} \sin \mathbf{C} = -\sin \delta \cos(\alpha - \Omega)$$
$$\sin \mathbf{c} \cos \mathbf{C} = +\sin i \cos \delta - \cos i \sin \delta \sin(\alpha - \Omega)$$
$$\cos \mathbf{c} = +\cos i \cos \delta + \sin i \sin \delta \sin(\alpha - \Omega)$$

$\sin \mathbf{b}$ und $\sin \mathbf{c}$ positiv.

Die Elemente ω, Ω, i beziehen sich auf dieselbe Grundebene und dasselbe Äquinox wie α und δ.

[1]) A. N. 113 (1885) 65.

$$d\alpha \cos\delta = -\frac{\sin \mathbf{b}}{\varrho}\cos(\mathbf{B}+\omega+\tfrac{1}{2}v)\frac{k''\sqrt{2}}{\sqrt{r}}\,dT \qquad \log k''\sqrt{2} = 3.70052$$

$$+\frac{\sin \mathbf{b}}{\varrho}\frac{1}{\cos\frac{1}{2}v}\,j\sin(\mathbf{B}+\omega+J)\,dq$$

$$+\frac{\sin \mathbf{b}}{\varrho}\frac{r\,\mathrm{tg}\,\frac{1}{2}v}{\cos\frac{1}{2}v}\,h_I\cos(\mathbf{B}+\omega+H)\,\tfrac{1}{2}\,de$$

$$+\frac{r}{\varrho}\sin \mathbf{b}\cos(\mathbf{B}+\omega+v)\,d\mathbf{s}$$

$$+\frac{r}{\varrho}\cos \mathbf{b}\sin v\,d\mathbf{p}$$

$$-\frac{r}{\varrho}\cos \mathbf{b}\cos v\,d\mathbf{q}$$

$$d\delta = -\frac{\sin \mathbf{c}}{\varrho}\cos(\mathbf{C}+\omega+\tfrac{1}{2}v)\frac{k''\sqrt{2}}{\sqrt{r}}\,dT$$

$$+\frac{\sin \mathbf{c}}{\varrho}\frac{1}{\cos\frac{1}{2}v}\,j\sin(\mathbf{C}+\omega+J)\,dq$$

$$+\frac{\sin \mathbf{c}}{\varrho}\frac{r\,\mathrm{tg}\,\frac{1}{2}v}{\cos\frac{1}{2}v}\,h_I\cos(\mathbf{C}+\omega+H)\,\tfrac{1}{2}\,de$$

$$+\frac{r}{\varrho}\sin \mathbf{c}\cos(\mathbf{C}+\omega+v)\,d\mathbf{s}$$

$$+\frac{r}{\varrho}\cos \mathbf{c}\sin v\,d\mathbf{p}$$

$$-\frac{r}{\varrho}\cos \mathbf{c}\cos v\,d\mathbf{q}$$

ϱ Erdabstand, r Radiusvektor des Himmelskörpers. Die Werte H, h_I, J, j entnimmt man mit dem Argument wahre Anomalie v der Tafel 59. dT ergibt sich in Tagen; die gefundenen dq und de müssen mit sin 1″ [log = 4.68557] multipliziert werden, um in Längenmaß zu erscheinen. Zum Übergang von $d\mathbf{p}$, $d\mathbf{q}$, $d\mathbf{s}$ auf die Elementenkorrektionen di, $d\Omega$, $d\omega$ hat man:

$$di = \cos\omega\cdot d\mathbf{p} - \sin\omega\cdot d\mathbf{q}$$
$$\sin i\cdot d\Omega = \sin\omega\cdot d\mathbf{p} + \cos\omega\cdot d\mathbf{q}$$
$$d(\Omega+\omega) = d\mathbf{s} + \mathrm{tg}\,\tfrac{1}{2}i\sin i\cdot d\Omega$$

„Die Fälle, wo nicht auch eine vierstellige Rechnung [für die Differentialquotienten] genügen würde, möchten in der Tat zu den größten Seltenheiten gehören“[1].

[1]) E. Schönfeld, A. N. 113 (1885) 65.

60. Bahnverbesserung für große Exzentrizitäten.

Die Berechnung der Differentialquotienten der Elemente bei der Verbesserung einer elliptischen Bahn ist stets eine umständliche Arbeit, für die entweder Doppel- oder Kontrollrechnung notwendig, jedenfalls erwünscht ist.

Nun sind ja durch viele Abhandlungen und mehrere Lehrbücher die Formeln bekannt und gebräuchlich, die ohne Tafeln auch für Bahnen großer Exzentrizität zum Ziele führen. Bedient man sich dieser Methoden zunächst, so kann man eine zweite Rechnung nach den Formeln von Th. v. Oppolzer durchführen, für deren Anwendung Tafeln entworfen worden sind. Oppolzers Verfahren bedeutet gegenüber der Rechnung ohne Tafeln keine Abkürzung, ist aber auch nicht länger als jene. Da Oppolzer andere Bestimmungsstücke der Bahn zur Verbesserung gewählt hat, bedeutet die zweifache Berechnung der Differentialquotienten nach beiden Methoden eine durchgreifende Kontrolle.

Die Tafel 60 bringt die Oppolzerschen Hilfsgrößen $\log E_2^v$, $\log E_4^v$, E_o^r, $\log E_4^r$ in zureichendem Umfange. Die durchzurechnenden Formeln der Differentialquotienten für Bahnen großer Exzentrizität (periodische Kometen) gestalten sich jetzt wie folgt.

$$A \sin A' = \cos(\alpha - \Omega) \cos i$$
$$A \cos A' = \sin(\alpha - \Omega)$$
$$m \sin M = \sin i$$
$$m \cos M = -\sin(\alpha - \Omega) \cos i$$
$$B \sin B' = m \sin(M + \delta)$$
$$B \cos B' = \cos(\alpha - \Omega) \sin \delta$$

α, δ müssen sich auf dieselbe Fundamentalebene beziehen, wie Ω, i und ω.

Δ geozentrische Entfernung.

$$F \sin F' = \frac{k e \sin v}{r \sqrt{p}}$$

$$F \cos F' = -\frac{k \sqrt{p}}{r^2}$$

$$G \sin G' = -\frac{\sin^2 v}{4(1+e)} \{E_o^r + \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2} v + E_4^r \operatorname{tg}^4 \tfrac{1}{2} v\}$$

$$G \cos G' = \frac{\sin v \cos^2 \tfrac{1}{2} v}{2(1+e)} \{1 + E_2^v \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2} v + E_4^v \operatorname{tg}^4 \tfrac{1}{2} v\}$$

$$H \sin H' = -\frac{1}{\mathrm{Mod}} \left\{ \frac{q}{r} \cos v - (1-e) G \sin G' \right\}$$

$$H \cos H' = -\gamma \frac{t - T}{r^2} \sqrt{p}$$

Hier ist:

$$p = q(1+e)$$
$$\log k = 8.23558 - 10$$
$$\log(-\gamma) = 8.77389_n - 10$$
$$\log\left(-\frac{1}{\mathrm{Mod}}\right) = 0.36222_n$$

d T wird in Einheiten des mittleren Sonnentages erhalten.

Mit dem Argumente:

$$\Theta = \frac{1-e}{1+e} \operatorname{tg}^2 \tfrac{1}{2} v$$

entnimmt man $\log E_2^v$, $\log E_4^v$, E_o^r, $\log E_4^r$ aus Tafel 60.

Dann ist: $u = \omega + v$

$$\frac{\cos\delta \cdot d\alpha}{dT} = \frac{r}{\Delta} AF \sin(F' + A' + u)$$

$$\frac{d\delta}{dT} = \frac{r}{\Delta} BF \sin(F' + B' + u)$$

$$\frac{\cos\delta \cdot d\alpha}{de} = \frac{r}{\Delta} AG \sin(G' + A' + u)$$

$$\frac{d\delta}{de} = \frac{r}{\Delta} BG \sin(G' + B' + u)$$

$$\frac{\cos\delta \cdot d\alpha}{d\log q} = \frac{r}{\Delta} AH \sin(H' + A' + u)$$

$$\frac{d\delta}{d\log q} = \frac{r}{\Delta} BH \sin(H' + B' + u)$$

$$\frac{\cos\delta \cdot d\alpha}{d\pi} = \frac{r}{\Delta} A \sin(A' + u)$$

$$\frac{d\delta}{d\pi} = \frac{r}{\Delta} B \sin(B' + u)$$

$$\frac{\cos\delta \cdot d\alpha}{\sin i \cdot d\Omega} = \frac{r}{\Delta} \operatorname{tg}\frac{i}{2} \cos(\alpha - \Omega + u)$$

$$\frac{d\delta}{\sin i \cdot d\Omega} = -\frac{r}{\Delta}\left\{\sin(\alpha - \Omega + u)\ \sin\delta \operatorname{tg}\frac{i}{2} + \cos u \cos\delta\right\}$$

$$\frac{\cos\delta \cdot d\alpha}{di} = -\frac{r}{\Delta} \sin u \cos(\alpha - \Omega) \sin i$$

$$\frac{d\delta}{di} = \frac{r}{\Delta}\{\sin(\alpha - \Omega) \sin\delta \sin i + \cos\delta \cos i\} \sin u$$

$d\pi$, $d\Omega$, di, i beziehen sich auf die äquatorealen Elemente.

$$\omega = \pi - \Omega$$

Für die ersten drei Elemente gilt der Radius als Einheit; die drei letzten Elemente werden schon in Bogenmaß verstanden. Es müssen die für die drei ersten Elemente gefundenen Korrektionen mit $\sin 1''$ multipliziert werden, wenn die Unterschiede (Beob. — Rechn.), wie gewöhnlich, in Bogensekunden angesetzt werden. $\log \sin 1'' = 4.68557$.

61. Interpolation.

Argument	Funktion	I. Diff.	II. Diff.	III. Diff.	IV. Diff.	V. Diff.
a_{-2}	u_{-2}					
		$\Delta u_{-\frac{3}{2}}$				
a_{-1}	u_{-1}		$\Delta^2 u_{-1}$			
		$\Delta u_{-\frac{1}{2}}$		$\Delta^3 u_{-\frac{1}{2}}$		
$\mathbf{a_0}$	$\mathbf{u_0}$		$\mathbf{\Delta^2 u_0}$		$\mathbf{\Delta^4 u_0}$	
		$\mathbf{\Delta u_{+\frac{1}{2}}}$		$\mathbf{\Delta^3 u_{+\frac{1}{2}}}$		$\mathbf{\Delta^5 u_{+\frac{1}{2}}}$
a_{+1}	u_{+1}		$\mathbf{\Delta^2 u_{+1}}$		$\mathbf{\Delta^4 u_{+1}}$	
		$\Delta u_{+\frac{3}{2}}$		$\mathbf{\Delta^3 u_{+\frac{3}{2}}}$		$\Delta^5 u_{+\frac{3}{2}}$
a_{+2}	u_{+2}		$\Delta^2 u_{+2}$		$\mathbf{\Delta^4 u_{+2}}$	
		$\Delta u_{+\frac{5}{2}}$		$\Delta^3 u_{+\frac{5}{2}}$		$\mathbf{\Delta^5 u_{+\frac{5}{2}}}$
a_{+3}	u_{+3}		$\Delta^2 u_{+3}$		$\Delta^4 u_{+3}$	
		$\Delta u_{+\frac{7}{2}}$		$\Delta^3 u_{+\frac{7}{2}}$		
a_{+4}	u_{+4}		$\Delta^2 u_{+4}$			
		$\Delta u_{+\frac{9}{2}}$				
a_{+5}	u_{+5}					

n bezeichne die Phase, ausgedrückt in Bruchteilen der unter sich gleichen Argumentintervalle.

Newtons Interpolationsformel:

$$f(a_n) = u_0 + n \cdot \Delta u_{+\frac{1}{2}} + (II) \cdot \Delta^2 u_{+1} + (III) \cdot \Delta^3 u_{+\frac{3}{2}} + (IV) \cdot \Delta^4 u_{+2} + (V) \cdot \Delta^5 u_{+\frac{5}{2}}$$

Bessels Interpolationsformel:

$$f(a_n) = u_0 + n \cdot \Delta u_{+\frac{1}{2}} + (II) \cdot \frac{\Delta^2 u_0 + \Delta^2 u_{+1}}{2} + (III) \cdot \Delta^3 u_{+\frac{1}{2}} + (IV) \cdot \frac{\Delta^4 u_0 + \Delta^4 u_{+1}}{2} + (V) \cdot \Delta^5 u_{+\frac{1}{2}}$$

Die Faktoren (II), (III), (IV), (V) der 2^{ten}, 3^{ten}, 4^{ten}, 5^{ten} Differenzen für beide Formeln findet man mit dem Argument n in den Tafeln 61a, b. Die in den Formeln vorkommenden Glieder der Differenzreihen sind in dem Schema oben durch fette Schrift kenntlich gemacht.

Die vorteilhafteste Interpolationsformel ist die Besselsche; die höheren Differenzen weisen die kleinsten Koeffizienten auf, und alle Differenzen, die man braucht, stehen längs einer Zeile. Sie versagt aber in zwei Fällen. Einmal im Anfangs- und Endintervall einer vorgelegten Tafel, wenn nach dem unregelmäßigen Verlauf der Differenzen eine Extrapolation bedenklich erscheint. Ferner wird die Besselsche Formel auch unanwendbar, wenn wenige Intervalle vor dem einzuschaltenden Werte eine irreguläre Stelle liegt, weil sich die Wirkung der Irregularität schon in den Differenzen der benutzten Zeile bemerklich macht. Von beiden Ausnahmen bleibt Newtons Formel unberührt; im ersten Falle sind die er-

forderlichen Glieder der absteigenden Treppe der Differenzen alle vorhanden und im andern Falle unterliegen sie nicht den Einflüssen der Irregularität.

Zur Verfeinerung einer ursprünglich in grobem Intervall angelegten Tafel bedient man sich gerne der Interpolation in die Mitte. Die Phase wird $n = \frac{1}{2}$ und wir haben nach Besselś Formel:

$$f(a+\tfrac{1}{2}) = u_0 + \tfrac{1}{2}\,\Delta u_{+\frac{1}{2}} - \tfrac{1}{8}\,\frac{\Delta^2 u_0 + \Delta^2 u_{+1}}{2} + \tfrac{3}{128}\,\frac{\Delta^4 u_0 + \Delta^4 u_{+1}}{2}$$

Die ungeraden Differenzen fallen heraus und die Koeffizienten besitzen bequeme Werte.

Beispiel. Aus der Ephemeride des Merkur 1917.

1917 0^h m Z Greenw.	α_{app}	I. Diff.	II. Diff.	III. Diff.	IV. Diff.	V. Diff.
Jan. 4	$20^h\,21^m\,22^s.61$					
		$+\,3^m\,13^s.56$				
5	20 24 36.17		$-\,33^s.36$			
		$+\,2\;40.20$		$-\,3^s.39$		
6	20 27 16.37		$-\,36.75$		$+\,0^s.05$	
		$+\,2\;3.45$		$-\,3.34$		$+\,0^s.26$
7	20 29 19.82		$-\,40.09$		$+\,0.31$	
		$+\,1\;23.36$		$-\,3.03$		$+\,0.20$
8	20 30 43.18		$-\,43.12$		$+\,0.51$	
		$+\,0\;40.24$		$-\,2.52$		$+\,0.21$
9	20 31 23.42		$-\,45.64$		$+\,0.72$	
		$-\,0\;5.40$		$-\,1.80$		
10	20 31 18.02		$-\,47.44$			
		$-\,0\;52.84$				
11	20 30 25.18					

Gesucht α für Jan. 6.70048 $\qquad n = 0.70048$

Nach Besselś Formel		Nach Newtons Formel	
$n \times \Delta u_{+\frac{1}{2}}$	$+\,86^s.476$	$n \times \Delta u_{+\frac{1}{2}}$	$+\,86^s.476$
(II) $\times\,\dfrac{\Delta^2 u_0 + \Delta^2 u_{+1}}{2}$	$+\,4.031$	(II) $\times\,\Delta^2 u_{+1}$	$+\,4.205$
(III) $\times\,\Delta^3 u_{+\frac{1}{2}}$	$+\,0.023$	(III) $\times\,\Delta^3 u_{+\frac{3}{2}}$	$-\,0.138$
(IV) $\times\,\dfrac{\Delta^4 u_0 + \Delta^4 u_{+1}}{2}$	$+\,0.003$	(IV) $\times\,\Delta^4 u_{+2}$	$-\,0.013$
(V) $\times\,\Delta^5 u_{+\frac{1}{2}}$	0.000	(V) $\times\,\Delta^5 u_{+\frac{5}{2}}$	$+\,0.004$
	$+\,1^m\,30^s.533$		$+\,1^m\,30^s.534$

$$\alpha = 20^h\,28^m\,46^s.90$$

62. Astronomische Konstanten.

Die allgemeine Präzession ist nach S. Newcomb angesetzt. Die Konstanten der Nutation, der Aberration und die Sonnenparallaxe wurden von der internationalen Konferenz für Fundamentalsterne zu Paris, Mai 1896, angenommen. Dem mittleren Abstand der Erde von der Sonne liegt der Äquatorradius der Erde nach Helmert 1907 zugrunde. Die Dauer des siderischen und tropischen Jahres (nach Newcomb) gilt für 1900. Das tropische Jahr verkürzt sich in einem Jahrtausend um $-5^s30 = -0^d0000614$; das siderische Jahr wächst im gleichen Zeitraum um $+0^s10 = +0^d0000011$.

Geschwindigkeit des Lichtes in 1^s nach Newcomb und Michelson. Durch Aberration und Sonnenparallaxe ist indes auch schon die Lichtgeschwindigkeit festgelegt. Bezeichnet

A die Aberrationskonstante $= 20''47$ (Pariser Konf. 1896)
π die Äquatoreal-Horizontal-Parallaxe der Sonne $= 8''80$ (Pariser Konf. 1896)
V die Lichtgeschwindigkeit in km
μ die mittlere tägliche Bewegung der Erde in ihrer Bahn $= 3548''19283$ (Newcomb)
φ den Exzentrizitätswinkel der Erdbahn $= 0° 57' 35''31$ (Newcomb)
a den Äquatorradius der Erde $= 6378.200$ km (Helmert),

so besteht die Relation:

$$A\pi V = \frac{\mu a \sec \varphi}{86400 \sin 1''} \qquad A\pi V = 54035313\,[7.73267767]$$

Die Zahl rechts ist so sicher bestimmt, daß sie als Konstante gelten kann. Zu den Werten A und π der Pariser Konferenz 1896 in Verbindung mit Helmerts Äquatorradius (1907) gehört dann eine Lichtgeschwindigkeit:

$$V = 299969.54 \text{ km } [5.47707716]$$

63. Mathematische Konstanten.

64, 65. Berechnung der Beobachtungsfehler und Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate.

In den beiden Tabellen 64, 65 sind alle Formeln, Ausdrücke und Zahlenwerte aus der Ausgleichungsrechnung zusammengestellt, deren der Forschungsreisende bei der definitiven Bearbeitung und Kritik seiner astronomischen Beobachtungen bedarf.

Das von Gauß eingeführte Zeichen [ ] bedeutet die Summe einer endlichen Zahl derjenigen gleichartigen Größen, die der Inhalt der Klammer anzeigt. Durch das Symbol [[v]] wird darauf hingewiesen, daß die absoluten Beträge der Abweichungen v vom

Mittelwert ohne Rücksicht auf ihr Vorzeichen zu summieren sind. Man gewöhne sich daran, die Abweichungen v stets im Sinne (Beobachtung — Mittel) oder (Beobachtung — Rechnung) zu bilden.

Beispiel 1. Mit einem kleinen Spiegelkreis wurden 1897 April 13 von 16^m vor bis 7^m nach der Kulmination 16 Zirkummeridian-Zenitdistanzen der Sonne über einem Ölhorizont gemessen, die die folgenden Werte für die Polhöhe φ des Beobachtungsortes ergaben. Wie genau ist die einzelne Beobachtung und der Mittelwert?

Nr.	φ	Beob.–Mittel = v	vv
		"	
1	51° 19′ 16″	— 30	900
2	28	— 18	324
3	37	— 9	81
4	48	+ 2	4
5	55	+ 9	81
6	30	— 16	256
7	58	+ 12	144
8	45	— 1	1
9	56	+ 10	100
10	66	+ 20	400
11	60	+ 14	196
12	61	+ 15	225
13	59	+ 13	169
14	55	+ 9	81
15	30	— 16	256
16	30	— 16	256
Mittel	51° 19′ 46″	+ 104 — 106 210	3474

Mittlerer Fehler einer Beobachtung $\varepsilon = \pm 15''2$

Mittlerer Fehler des Resultats $\varepsilon(W) = \pm 3.8$

lg [vv]	3.5408
lg (n — 1)	1.1761
	2.3647
lg ε	1.1823
lg $\sqrt{n}$	0.6021
lg ε (W)	0.5802

Leitet man aus der Summe $[[v]] = 210$ der ersten Potenz der Fehler die mittleren Beobachtungsfehler ab, so findet sich $\varepsilon = \pm 17''0$ und $\varepsilon(W) = \pm 4''2$.

Da die Teilung des Instrumentchens, direkt 20′, nur 20″ mit Nonius abzulesen erlaubte, so haben die Beobachtungen an innerer Genauigkeit das geleistet, was man von ihnen fordern darf.

Beispiel 2. Die Zahlen des vorigen Beispiels wurden noch in der Richtung untersucht, ob sich darin eine durch eine Unsicherheit im Uhrstand verursachte für die ganze Reihe konstante Stundenwinkelkorrektion dt zeige. Als zweite Unbekannte ist die Ver-

besserung $d\varphi$ der geographischen Breite eingeführt. Die Bedingungsgleichungen bekommen die Form:

$$d\varphi + b \cdot dt = n,$$

wo für n, um mit kleinen Zahlen rechnen zu können, die Werte Beobachtung — Mittel = v des Beispiels 1 eingeführt sind. Der Koeffizient b ist so angesetzt, daß sich dt in Zeitminuten ergibt; $d\varphi$ kommt in Bogensekunden heraus.

Bedingungsgleichungen.

Nr.	a·x + b·y = n	bb	bn	nn	Rechn.	B − R = v	vv
1	1·dφ − 56·dt = − 30″	3136	+ 1680	900	− 9″	− 21″	441
2	1 − 48 = − 18	2304	+ 864	324	− 7	− 11	121
3	1 − 44 = − 9	1936	+ 396	81	− 7	− 2	4
4	1 − 39 = + 2	1521	− 78	4	− 5	+ 7	49
5	1 − 29 = + 9	841	− 261	81	− 3	+ 12	144
6	1 − 25 = − 16	625	+ 400	256	− 2	− 14	196
7	1 − 21 = + 12	441	− 252	144	− 1	+ 13	169
8	1 − 16 = − 1	256	+ 16	1	0	− 1	1
9	1 − 12 = + 10	144	− 120	100	+ 1	+ 9	81
10	1 − 7 = + 20	49	− 140	400	+ 2	+ 18	324
11	1 − 2 = + 14	4	− 28	196	+ 3	+ 11	121
12	1 + 1 = + 15	1	+ 15	225	+ 3	+ 12	144
13	1 + 7 = + 13	49	+ 91	169	+ 5	+ 8	64
14	1 + 11 = + 9	121	+ 99	81	+ 6	+ 3	9
15	1 + 19 = − 16	361	− 304	256	+ 7	− 23	529
16	1 + 24 = − 16	576	− 384	256	+ 9	− 25	625
[aa]=16	+ 62 + 104	12365	+ 3561	3474			3022
	− 299 − 106		− 1567				n = 16
	[ab] = − 237 [an] = − 2		+ 1994				μ = 2
							n − μ = 14

lg [ab] 2.3747n
lg [aa] 1.2041
1.1706n

lg [ab] 2.3747n
lg [an] 0.3010n
3.5453
1.4716

+ 12365
− 3510
[bb 1] + 8855

[bn 1] + 1965
[an] − 2.00
+ 52.59
+ 50.59

+ 1994 lg [bn 1] 3.2934
− 29 lg [bb 1] 3.9472
lg y 9.3462
lg [ab] 2.3747n
1.7209n

lg [aa] 1.2041
lg x 0.5000

y = + 0m2219
y = + 13s.32

x = + 3″16

[nn] 3474
−[an] x + 6
−[bn] y − 442
[nn 2] 3038

lg [aa] 1.2041
lg [bb 1] 3.9472
5.1513
lg [bb] 4.0922
lg px 1.0591

lg [vv] 3.4803
lg (n−μ) 1.1461
2.3342
lg ε 1.1671 ε = ± 14″7
lg √px 0.5296
lg √py 1.9736
lg ε(x) 0.6375 ε(x) = ± 4″34
lg ε(y) 9.1935 ε(y) = ± 0m156 = ± 9s37

Anmerkung. Die ganze Rechnung läßt sich sehr bequem und hinreichend genau mit dem Rechenschieber erledigen.

Die innerhalb der Rechnungsunsicherheit liegende Übereinstimmung der auf verschiedenem Wege abgeleiteten Fehlerquadratsummen ([nn 2] = 3038, [vv] = 3022) bestätigt die Richtigkeit der ganzen Rechnung. Das Ergebnis ist demnach:

$d\varphi = +3''2$	$dt = +13^s3$
M. F. ± 4.3	M. F. ± 9.4

M. F. einer Beobachtung $\varepsilon = \pm 14''7$

und die definitive Polhöhe:

$$\varphi = +51^\circ 19' 49''2 \qquad \text{m. F.} \pm 4''3$$

Der Vergleich mit dem Resultat in Beispiel 1 zeigt, daß der m. F. einer Beobachtung etwas kleiner geworden ist. Das mußte man erwarten; denn durch zwei Unbekannte kann ich eine vorgelegte Beobachtungsreihe besser darstellen, als durch eine. Dagegen hat der m. F. der Polhöhe φ ein weniges zugenommen; ebenfalls vorauszusehen, weil das vorher auf eine Unbekannte konzentrierte Material jetzt deren zwei bestimmen muß. —

Ein wertvolles Kriterium für die Beobachtungen bildet auch die Verteilung der Fehler nach der absoluten Größe und deren Vergleich mit der aus der Wahrscheinlichkeitstheorie folgenden Anzahl. Bezeichnet r den wahrscheinlichen Fehler einer Beobachtung ($r = 0.6745\,\varepsilon$), so soll danach ein Fehler kleiner als $t \cdot r$ unter 1000 einzelnen Beobachtungen desselben Gegenstandes n mal vorkommen; mit dem Argument t entnimmt man n dem nachstehenden Täfelchen.

t	n	t	n
0.5	264	3.0	957
1.0	500	3.5	982
1.5	688	4.0	993
2.0	823	4.5	998
2.5	908	5.0	999

Zur Anwendung ordnen wir die 16 Fehler v in Beispiel 1 nach ihrer absoluten Größe und erhalten die Reihe

1″ 2″ 9″ 9″ 9″ 10″ 12″ 13″ 14″ 15″ 16″ 16″ 16″ 18″ 20″ 30″.

Da hier $r = \pm 10''3$, so liefert Abzählung und Rechnung das folgende ohne weiteres verständliche Ergebnis für die wirklich auftretende und die theoretisch geforderte Fehleranzahl n.

t	t · r	n Beob.	n Rechn.	B — R
	″			
0.5	< 5.1	2	4.2	— 2.2
1.0	10.3	6	8.0	— 2.0
1.5	15.5	10	11.0	— 1.0
2.0	20.6	15	13.2	+ 1.8
2.5	25.8	15	14.5	+ 0.5
3.0	< 30.9	16	15.3	+ 0.7

Übersichtlich läßt sich das Resultat der Abzählung auch in dieser Form zusammenstellen:

Zwischen den Grenzen für t.r	n Beob.	n Rechn.	B — R
″ ″			
0.0 . . . . 5.1	2	4.2	— 2.2
5.1 . . . . 10.3	4	3.8	+ 0.2
10.3 . . . . 15.5	4	3.0	+ 1.0
15.5 . . . . 20.6	5	2.2	+ 2.8
20.6 . . . . 25.8	0	1.3	— 1.3
25.8 . . . . 30.9	1	0.8	+ 0.2
> 30.9	0	0.7	— 0.7
	16	16.0	

In Anbetracht der geringen Zahl der verglichenen Messungen kann die Übereinstimmung zwischen Erfahrung und Theorie noch als leidlich gelten. Daß die großen Abweichungen etwas häufiger auftreten, als es nach der Theorie sein sollte, ist eine Wahrnehmung, die man gemeinhin macht und die aus der Eigenart des Beobachtungsvorganges nicht schwer zu erklären ist.

66, 67. Formeln.

Die Zusammenstellung bringt an erster Stelle diejenigen Formeln, deren der Forschungsreisende zur Auswertung der Zeit- und Ortsbestimmungen bedarf, und an zweiter Stelle eine Auswahl aus Formeln, die in der elliptischen Bahn zur Bearbeitung von Beobachtungen und zur Herstellung einer Ephemeride dienen können. Gleichungen, die schon in den Tafeln und ihren Erklärungen vorkommen, sind nicht wiederholt.

Der Methode zur Längenbestimmung aus Sternbedeckungen ist ein Täfelchen beigegeben, aus dem man die Korrektion des Erdradius wegen Refraktion bei Okkultationsphänomenen entlehnen kann.

Anhang.

68. Refraktion nach Radau.

Um die Möglichkeit zur Berechnung der Refraktion nach der Theorie von Radau[1]) zu gewähren, bietet der Anhang eine auf diese Theorie gestützte Refraktionstafel, die wieder nur die Genauigkeit der Bogensekunde anstrebt.

Ohne auf eine nähere Erläuterung von Radaus Theorie einzugehen, sei hier nur soviel gesagt, als zum Gebrauch der Tafeln erforderlich ist.

[1]) R. Radau, Essai sur les réfractions astronomiques. Annales de l'observ. Paris. 19. 1889. — Conn. des temps 1915ff.

Den am Quecksilberbarometer gemessenen Luftdruck hat man wegen Schwere (geographische Breite und Seehöhe des Beobachtungsortes) zu korrigieren. Die Verbesserung wegen geographischer Breite findet man schon in Tafel 47 Ia, die wegen Seehöhe in Tafel 47 Ib. Ferner ist die Barometerablesung auf die Lufttemperatur t zu reduzieren. Bedeutet t' die Temperatur des Quecksilbers, so entnimmt man diese Verbesserung mit dem Argument t' — t der Tafel 11. Auf diese Weise erhält man den weiter zu verwendenden Barometerstand.

Die Tafel 68a gibt die normale Refraktion ϱ_o, gültig für Barometer 760 mm Quecksilber bei 0°, Lufttemperatur 0°, Dampfspannung 6 mm, geographische Breite 45°, Seehöhe 0 m. Als Refraktionskonstante liegt der Wert 60″154 zugrunde. Man berechnet dann die Temperaturkorrektion $d\varrho_T$, die man an ϱ_o anzubringen hat, durch

$$d\varrho_T = \varrho_o A \alpha \tau$$

Die numerischen Faktoren A, α, τ liefern die Tafeln 68b, c, d. Bildet man nun

$$\varrho' = \varrho_o + d\varrho_T ,$$

so gewinnt man die Luftdruckkorrektion

$$d\varrho_B = \varrho' B \beta$$

und hat schließlich die gesuchte Refraktion

$$\varrho = \varrho' + d\varrho_B$$

B und β in den Tafeln 68e, f. Die Auswertung der Verbesserungen $d\varrho_T$ und $d\varrho_B$ vermittelt entweder der Rechenschieber oder die dreistellige Logarithmentafel. Die rechnungsmäßige Unsicherheit der gewonnenen Refraktion wird 2″ nicht übersteigen. Man erkennt leicht die Vereinfachungen, die bei kleinen Zenitdistanzen eintreten: Faktor α ist 1 unterhalb 45°, τ ist 1 unterhalb 80° und β ist 1 unterhalb 60°.

Beispiel 1. Scheinb.ZD = 75°19′6 Bar. = 696.8 mm Therm. = —15°5

ϱ_o 3′ 46″	A + 0.063	B — 0.083	Mit Rechenschieber.
$d\varrho_T$ + 14.5	α 1.018	β 1.002	
$d\varrho_B$ — 20.0	ϱ_o 226″	ϱ' 240″	
ϱ 3 40			

Beispiel 2. Scheinb.ZD = 87°22′7 Bar. = 768.8 mm Therm. = —10°3

ϱ_o 16′ 21″	A + 0.041	B + 0.011	Mit Rechenschieber.
$d\varrho_T$ + 50.1	α 1.239	β 1.033	
$d\varrho_B$ + 11.7	τ 1.004	ϱ' 1031″	
ϱ 17 23	ϱ_o 981″		

Tafel 13 hat ϱ = 17′ 22″ ergeben. (S. 6.)

69. Mittlere Extinktion.

Um die Lichtabsorption beurteilen zu können, die die zu beobachtenden Gestirne durch die Atmosphäre erleiden, ist die Tafel 69 der mittleren Extinktion aufgenommen. Sie gibt an, um wieviel photometrische Größenklassen ein Stern in gegebener Zenitdistanz gegenüber seiner Helligkeit im Zenit geschwächt erscheint. Diese Kenntnis ist für den Beobachter zuweilen von Wert, wenn er wissen will, ob ein bestimmtes Gestirn in großen ZD überhaupt noch bequem sichtbar ist. Wäre der betreffende Stern z. B. von der Größe $3^{m}.0$, so könnte man ihn in 86° wahrer ZD nur schwer mit den kleinen Hilfsmitteln zur Ortsbestimmung einstellen; denn er zeigt dann die Größe $3^{m}.0 + 2^{m}.0 = 5^{m}.0$.

Die Tafel beruht auf Beobachtungen von G. Müller[1]); sie gilt im engeren Sinne für Potsdam (Seehöhe 100 m, Barometer 752 mm). In größeren Höhen über dem Meere wird die Extinktion natürlich geringer sein, doch fällt der Unterschied erst in den niedrigen Schichten am Horizont ins Auge. So hat man z. B. für den Säntis (Seehöhe 2504 m, Barometer 569 mm) in 88° wahrer ZD eine Extinktion von $2^{m}.34$ gegenüber $3^{m}.10$ in Potsdam.

Die Haupttafel a läuft mit der wahren ZD als Argument, das bis 75° ZD nach Belieben mit der scheinbaren ZD vertauscht werden darf. Für ZD $\gtrless$ 75° gibt ein zweites Täfelchen b die Extinktion als Funktion der scheinbaren ZD.

70. Photometrische Größenklassen und Intensitäten.

Die Tafel 70 ist für manche Betrachtungen über das Helligkeitsverhältnis von Gestirnen bequem; ferner wird man sie mit Vorteil benutzen, wenn es sich darum handelt, die Gesamthelligkeit mehrerer nahestehender Sterne abzuleiten oder umgekehrt, aus der Gesamthelligkeit auf Einzelgrößen überzugehen. Die photometrischen Größenklassen M sind mit den Intensitäten J verknüpft durch die Gleichung:

$$J = \frac{1}{2.512^{M}} \quad \text{oder} \quad \log J = -M \cdot 0.40000$$

wo 2.5119 [log = 0.40000] das durch Definition festgelegte Helligkeitsverhältnis zweier aufeinander folgender photometrischer Sterngrößen bedeutet. Die Intensitäten J beziehen sich auf die Größenklasse $0^{m}.0$, deren J = 1 angenommen ist.

Beispiele. Sei für einen Doppelstern, dessen Komponenten M_1 und M_2 vorliegen, die Totalhelligkeit M abzuleiten, so addiert man die J der Komponenten und entnimmt die zur J-Summe gehörige Größenklasse.

[1]) G. Müller, Photometrie der Gestirne. Leipzig 1897. S. 515.

$M_1 = 2^m.83$	$J_1 = 0.074$
$M_2 = 5.67$	$J_2 = 0.00542$
$M = 2.75$	$J = 0.07942$

Aus J erhält man durch Rechnung auch $M = -2.5 \log J$.

Häufig kommt es vor, daß für einen Doppelstern die Gesamthelligkeit M und eine Komponente M_1 bekannt sind. Wie hell ist die andere Komponente M_2?

$M = 4^m.85$	$J = 0.0115$
$M_1 = 5.08$	$J_1 = 0.00932$
$M_2 = 6.65$	$J_2 = 0.00218$

Ferner kann man mit Hilfe der Tafel 70 leicht finden, um wieviel eine bestimmte Größenklasse M_1 heller ist als eine andere M_2.

$$\begin{array}{ll} M_1 = -0^m.8 & \frac{J_1}{J_2} = \frac{2.09}{0.000191} = 10940, \\ M_2 = \quad 9.3 & \end{array}$$

der helle Stern besitzt also die 11000fache Leuchtkraft des schwächeren.

Man erkennt, daß die geltenden Ziffern der Tafel nach je 5^m wiederkehren. Für $M = -0^m.8$ hat man z. B. bei $4^m.2$ den Wert $J = 2.09$.

71. Reduktion beobachteter Zeiten auf die Sonne. Scheinbare Sonnenlänge.

Die Tafel 71 ermöglicht den bequemen Übergang von einer beobachteten geozentrischen Zeit auf die Sonne, wie es z. B. bei der Bearbeitung veränderlicher Sterne vorkommt. Bedeutet $\odot$ die scheinbare Länge der Sonne, R den Abstand Sonne-Erde, λ und β die astronomische Länge und Breite des Gestirns, so ist

$$\text{Heliozentr. Zeit} - \text{Geozentr. Zeit} = -8^m.308\, R \cos\beta \cos(\odot - \lambda)$$

in Zeitminuten. Die Tafel 71 gibt $\odot$ und $\log(8^m.308 \cdot R)$ für den mittleren Greenwicher Mittag eines jeden zehnten Tages des Jahres. Sie bildet zugleich eine Ergänzung der immerwährenden Sonnenephemeride (Tafel 1a), der sie die scheinbare Sonnenlänge $\odot$ hinzufügt. Innerhalb desselben Zeitraumes, für den die Tafeln 1 gelten, kann man ihr mit Hilfe der Zeitreduktion k (Tafel 1c) die Sonnenlänge auf etwa 1′ genau entnehmen.

Beispiel. Gesucht scheinbare Länge $\odot$ der Sonne für 1912 Februar 14 $3^h 8^m 46^s$ M. Z. Greenw.

1912 Febr. 14.131	Mit Berücksichtigung der zweiten Differenzen,
k + 0.453	deren Einfluß hier 0°005 (nahe das mögliche
Febr. 14.584	Maximum) ausmacht, erhält man

$$\odot = 324°58.$$

Der Nautical Almanac 1912 liefert in guter Übereinstimmung

$$\odot = 324°34'58'' = 324°583.$$

72. Dreistellige Logarithmentafel.

TAFELN.

1a. Immerwährende Sonnenephemeride.

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag		Scheinb. A R		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
Januar										
G	S	h m s		o ′		m s				h m s
0	1	18 40 20		—23 7.6		+ 2 58		9.99267		18 37 22
			4 25		4.5		28		0	
1	2	18 44 45		23 3.1		3 26		99267		18 41 18
			4 25		5.0		29		0	
2	3	18 49 10		22 58.1		3 55		99267		18 45 15
			4 24		5.4		28		0	
3	4	18 53 34		22 52.7		4 23		99267		18 49 12
			4 24		5.8		27		0	
4	5	18 57 58		22 46.9		4 50		99267		18 53 8
			4 24		6.3		27		1	
5	6	19 2 22		—22 40.6		+ 5 17		9.99268		18 57 5
			4 23		6.8		27		1	
6	7	19 6 45		22 33.8		5 44		99269		19 1 1
			4 23		7.2		27		2	
7	8	19 11 8		22 26.6		6 11		99271		19 4 58
			4 23		7.7		26		1	
8	9	19 15 31		22 18.9		6 37		99272		19 8 54
			4 22		8.1		25		2	
9	10	19 19 53		22 10.8		7 2		99274		19 12 51
			4 21		8.5		25		2	
10	11	19 24 14		—22 2.3		+ 7 27		9.99276		19 16 47
			4 21		9.0		24		2	
11	12	19 28 35		21 53.3		7 51		99278		19 20 44
			4 21		9.4		24		2	
12	13	19 32 56		21 43.9		8 15		99280		19 24 41
			4 19		9.8		23		2	
13	14	19 37 15		21 34.1		8 38		99282		19 28 37
			4 20		10.2		23		2	
14	15	19 41 35		21 23.9		9 1		99284		19 32 34
			4 18		10.6		22		3	
15	16	19 45 53		—21 13.3		+ 9 23		9.99287		19 36 30
			4 18		11.1		21		3	
16	17	19 50 11		21 2.2		9 44		99290		19 40 27
			4 17		11.4		21		3	
17	18	19 54 28		20 50.8		10 5		99293		19 44 23
			4 16		11.9		19		3	
18	19	19 58 44		20 38.9		10 24		99296		19 48 20
			4 16		12.2		19		3	
19	20	20 3 0		20 26.7		10 43		99299		19 52 16
			4 15		12.6		19		4	
20	21	20 7 15		—20 14.1		+11 2		9.99303		19 56 13
			4 14		13.0		17		4	
21	22	20 11 29		20 1.1		11 19		99307		20 0 10
			4 13		13.4		17		4	
22	23	20 15 42		19 47.7		11 36		99311		20 4 6
			4 13		13.7		16		4	
23	24	20 19 55		19 34.0		11 52		99315		20 8 3
			4 12		14.1		15		4	
24	25	20 24 7		19 19.9		12 7		99320		20 11 59
			4 11		14.5		15		4	
25	26	20 28 18		—19 5.4		+12 22		9.99324		20 15 56
			4 10		14.8		13		5	
26	27	20 32 28		18 50.6		12 35		99329		20 19 52
			4 9		15.1		13		6	
27	28	20 36 37		18 35.5		12 48		99335		20 23 49
			4 9		15.5		12		5	
28	29	20 40 46		18 20.0		13 0		99340		20 27 45
			4 7		15.8		11		6	
29	30	20 44 53		18 4.2		13 11		99346		20 31 42
			4 7		16.1		11		6	
30	31	20 49 0		—17 48.1		+13 22		9.99352		20 35 39
			4 6		16.5		9		6	
31	32	20 53 6		17 31.6		13 31		99358		20 39 35
Februar										
0	1	20 53 6		—17 31.6		+13 31		9.99358		20 39 35
			4 6		16.8		9		7	
1	2	20 57 12		17 14.8		13 40		99365		20 43 32
			4 4		17.0		8		7	
2	3	21 1 16		16 57.8		13 48		99372		20 47 28
			4 4		17.4		7		7	
3	4	21 5 20		16 40.4		13 55		99379		20 51 25
			4 3		17.7		6		7	
4	5	21 9 23		16 22.7		14 1		99386		20 55 21
			4 2		17.9		6		7	
5	6	21 13 25		—16 4.8		+14 7		9.99393		20 59 18
			4 1		18.2		5		8	
6	7	21 17 26		15 46.6		14 12		99401		21 3 14
			4 1		18.5		4		7	
7	8	21 21 27		15 28.1		14 16		99408		21 7 11
			3 59		18.8		3		8	
8	9	21 25 26		15 9.3		14 19		99416		21 11 8
			3 59		19.0		2		8	
9	10	21 29 25		14 50.3		14 21		99424		21 15 4
			3 59		19.3		2		8	
10	11	21 33 24		—14 31.0		+14 23		9.99432		21 19 1

1a. Immerwährende Sonnenephemeride (Fortsetzung).

Tag		Scheinb. AR		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
Februar										
G	S	h m s		o ′		m s				h m s
10	11	21 33 24	3 57	—14 31.0	19.5	+14 23	1	9.99432	8	21 19 1
11	12	21 37 21	3 57	14 11.5	19.7	14 24	0	99440	9	21 22 57
12	13	21 41 18	3 55	13 51.8	20.0	14 24	1	99449	8	21 26 54
13	14	21 45 13	3 55	13 31.8	20.2	14 23	1	99457	8	21 30 50
14	15	21 49 8	3 55	13 11.6	20.4	14 22	3	99465	9	21 34 47
15	16	21 53 3	3 53	—12 51.2	20.6	+14 19	3	9.99474	9	21 38 43
16	17	21 56 56	3 53	12 30.6	20.8	14 16	3	99483	9	21 42 40
17	18	22 0 49	3 52	12 9.8	21.0	14 13	5	99492	8	21 46 37
18	19	22 4 41	3 52	11 48.8	21.2	14 8	5	99500	10	21 50 33
19	20	22 8 33	3 50	11 27.6	21.3	14 3	6	99510	9	21 54 30
20	21	22 12 23	3 50	—11 6.3	21.6	+13 57	6	9.99519	9	21 58 26
21	22	22 16 13	3 50	10 44.7	21.7	13 51	8	99528	10	22 2 23
22	23	22 20 3	3 48	10 23.0	21.8	13 43	7	99538	10	22 6 19
23	24	22 23 51	3 48	10 1.2	22.0	13 36	9	99548	10	22 10 16
24	25	22 27 39	3 48	9 39.2	22.2	13 27	9	99558	10	22 14 12
25	26	22 31 27	3 47	— 9 17.0	22.3	+13 18	10	9.99568	10	22 18 9
26	27	22 35 14	3 46	8 54.7	22.4	13 8	10	99578	11	22 22 6
27	28	22 39 0	3 46	8 32.3	22.5	12 58	11	99589	10	22 26 2
28	29	22 42 46	3 45	8 9.8	22.7	12 47	11	99599	11	22 29 59
März										
1		22 46 31	3 45	— 7 47.1	22.8	+12 36	12	9.99610	11	22 33 55
2		22 50 16	3 44	7 24.3	22.9	12 24	12	99621	11	22 37 52
3		22 54 0	3 44	7 1.4	23.0	12 12	13	99632	12	22 41 48
4		22 57 44	3 43	6 38.4	23.1	11 59	13	99644	11	22 45 45
5		23 1 27	3 43	6 15.3	23.2	11 46	14	99655	12	22 49 41
6		23 5 10	3 43	— 5 52.1	23.2	+11 32	14	9.99667	11	22 53 38
7		23 8 53	3 42	5 28.9	23.3	11 18	14	99678	12	22 57 35
8		23 12 35	3 41	5 5.6	23.4	11 4	15	99690	12	23 1 31
9		23 16 16	3 42	4 42.2	23.5	10 49	15	99702	11	23 5 28
10		23 19 58	3 41	4 18.7	23.5	10 34	16	99713	12	23 9 24
11		23 23 39	3 40	— 3 55.2	23.6	+10 18	16	9 99725	12	23 13 21
12		23 27 19	3 41	3 31.6	23.6	10 2	16	99737	12	23 17 17
13		23 31 0	3 40	3 8.0	23.6	9 46	16	99749	11	23 21 14
14		23 34 40	3 40	2 44.4	23.7	9 30	17	99760	12	23 25 10
15		23 38 20	3 39	2 20.7	23.7	9 13	17	99772	12	23 29 7
16		23 41 59	3 40	— 1 57.0	23.7	+ 8 56	17	9 99784	12	23 33 4
17		23 45 39	3 40	1 33.3	23.7	8 39	18	99796	12	23 37 0
18		23 49 18	3 39	1 9.6	23.7	8 21	17	99808	12	23 40 57
19		23 52 57	3 39	0 45.9	23.7	8 4	18	99820	11	23 44 53
20		23 56 36	3 38	— 0 22.2	23.7	7 46	18	99831	12	23 48 50
21		0 0 14	3 39	+ 0 1.5	23.7	+ 7 28	18	9.99843	13	23 52 46
22		0 3 53	3 38	0 25.2	23.7	7 10	18	99856	12	23 56 43
23		0 7 31	3 38	0 48.9	23.6	6 52	19	99868	12	0 0 39
24		0 11 9	3 39	1 12.5	23.6	6 33	18	99880	12	0 4 36
25		0 14 48	3 38	1 36.1	23.6	6 15	18	99892	12	0 8 32
26		0 18 26		+ 1 59.7		+ 5 57		9.99904		0 12 29

1a. Immerwährende Sonnenephemeride (Fortsetzung).

Tag	Scheinb. A R		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
März	h m s		o ′		m s				h m s
26	0 18 26		+ 1 59.7	23.5	+ 5 57	19	9.99904	13	0 12 29
27	0 22 4	3 38	2 23.2	23.5	5 38	18	99917	12	0 16 26
28	0 25 42	3 38	2 46.7	23.4	5 20	19	99929	13	0 20 22
29	0 29 20	3 38	3 10.1	23.4	5 1	18	99942	12	0 24 19
30	0 32 58	3 38	3 33.5	23.3	4 43	18	99954	13	0 28 15
31	0 36 36		+ 3 56.8		+ 4 25		9.99967		0 32 12
April		3 39		23.2		19		13	
1	0 40 15		+ 4 20.0		+ 4 6		9.99980		0 36 8
2	0 43 53	3 38	4 43.2	23.2	3 48	18	9.99992	12	0 40 5
3	0 47 32	3 39	5 6.2	23.0	3 30	18	0.00005	13	0 44 1
4	0 51 10	3 38	5 29.2	23.0	3 12	18	00018	13	0 47 58
5	0 54 49	3 39	5 52.1	22.9	2 55	17	00031	13	0 51 55
6	0 58 28	3 39	+ 6 14.9	22.8	+ 2 37	18	0.00043	12	0 55 51
7	1 2 8	3 40	6 37.5	22.6	2 20	17	00056	13	0 59 48
8	1 5 47	3 39	7 0.1	22.6	2 3	17	00069	13	1 3 44
9	1 9 27	3 40	7 22.5	22.4	1 46	17	00081	12	1 7 41
10	1 13 7	3 40	7 44.9	22.4	1 30	16	00094	13	1 11 37
11	1 16 47	3 40	+ 8 7.1	22.2	+ 1 13	17	0.00106	12	1 15 34
12	1 20 28	3 41	8 29.1	22.0	0 58	15	00118	12	1 19 30
13	1 24 9	3 41	8 51.0	21.9	0 42	16	00130	12	1 23 27
14	1 27 50	3 41	9 12.8	21.8	0 26	16	00142	12	1 27 24
15	1 31 31	3 41	9 34.4	21.6	+ 0 11	15	00154	12	1 31 20
16	1 35 13	3 42	+ 9 55.8	21.4	— 0 3	14	0.00166	12	1 35 17
17	1 38 55	3 42	10 17.1	21.3	0 18	15	00178	12	1 39 13
18	1 42 38	3 43	10 38.2	21.1	0 32	14	00189	11	1 43 10
19	1 46 21	3 43	10 59.2	21.0	0 46	14	00201	12	1 47 6
20	1 50 4	3 43	11 19.9	20.7	0 59	13	00213	12	1 51 3
21	1 53 48	3 44	+11 40.5	20.6	— 1 12	13	0.00224	11	1 54 59
22	1 57 32	3 44	12 0.9	20.4	1 24	12	00236	12	1 58 56
23	2 1 16	3 44	12 21.0	20.1	1 36	12	00247	11	2 2 53
24	2 5 1	3 45	12 41.0	20.0	1 48	12	00258	11	2 6 49
25	2 8 47	3 46	13 0.8	19.8	1 59	11	00270	12	2 10 46
26	2 12 33	3 46	+13 20.3	19.5	— 2 10	11	0.00281	11	2 14 42
27	2 16 19	3 46	13 39.7	19.4	2 20	10	00293	12	2 18 39
28	2 20 6	3 47	13 58.8	19.1	2 29	9	00304	11	2 22 35
29	2 23 53	3 47	14 17.7	18.9	2 39	10	00315	11	2 26 32
30	2 27 41	3 48	14 36.3	18.6	2 47	8	00326	11	2 30 28
Mai		3 49		18.4		8		11	
1	2 31 30		+14 54.7		— 2 55		0.00337		2 34 25
2	2 35 19	3 49	15 12.9	18.2	3 3	8	00349	12	2 38 22
3	2 39 8	3 49	15 30.8	17.9	3 10	7	00359	10	2 42 18
4	2 42 58	3 50	15 48.4	17.6	3 16	6	00370	11	2 46 15
5	2 46 49	3 51	16 5.8	17.4	3 22	6	00381	11	2 50 11
6	2 50 40	3 51	+16 23.0	17.2	— 3 27	5	0.00392	11	2 54 8

1a. Immerwährende Sonnenephemeride (Fortsetzung).

Tag	Scheinb. AR		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
Mai	h m s		° ′		m s				h m s
6	2 50 40	3 52	+16 23.0	16.8	— 3 27	5	0.00392	10	2 54 8
7	2 54 32	3 53	16 39.8	16.6	3 32	4	00402	10	2 58 4
8	2 58 25	3 53	16 56.4	16.3	3 36	4	00412	11	3 2 1
9	3 2 18	3 54	17 12.7	16.0	3 40	2	00423	10	3 5 57
10	3 6 12	3 54	17 28.7	15.8	3 42	3	00433	9	3 9 54
11	3 10 6	3 54	+17 44.5	15.4	— 3 45	2	0.00442	10	3 13 51
12	3 14 0	3 56	17 59.9	15.1	3 47	1	00452	9	3 17 47
13	3 17 56	3 56	18 15.0	14.8	3 48	0	00461	9	3 21 44
14	3 21 52	3 56	18 29.8	14.5	3 48	1	00470	9	3 25 40
15	3 25 48	3 57	18 44.3	14.2	3 49	1	00479	9	3 29 37
16	3 29 45	3 58	+18 58.5	13.9	— 3 48	1	0.00488	9	3 33 33
17	3 33 43	3 58	19 12.4	13.5	3 47	1	00497	8	3 37 30
18	3 37 41	3 59	19 25.9	13.2	3 46	3	00505	9	3 41 26
19	3 41 40	3 59	19 39.1	12.9	3 43	2	00514	8	3 45 23
20	3 45 39	3 59	19 52.0	12.5	3 41	3	00522	8	3 49 20
21	3 49 38	4 1	+20 4.5	12.2	— 3 38	4	0.00530	8	3 53 16
22	3 53 39	4 0	20 16.7	11.9	3 34	4	00538	8	3 57 13
23	3 57 39	4 2	20 28.6	11.5	3 30	5	00546	7	4 1 9
24	4 1 41	4 1	20 40.1	11.1	3 25	5	00553	8	4 5 6
25	4 5 42	4 3	20 51.2	10.8	3 20	6	00561	8	4 9 2
26	4 9 45	4 3	+21 2.0	10.4	— 3 14	6	0.00569	7	4 12 59
27	4 13 48	4 3	21 12.4	10.1	3 8	7	00576	7	4 16 55
28	4 17 51	4 4	21 22.5	9.7	3 1	7	00583	7	4 20 52
29	4 21 55	4 4	21 32.2	9.3	2 54	8	00590	8	4 24 49
30	4 25 59	4 4	21 41.5	8.9	2 46	8	00598	7	4 28 45
31	4 30 3	4 6	+21 50.4	8.6	— 2 38	8	0.00605	6	4 32 42
Juni									
1	4 34 9	4 5	+21 59.0	8.2	— 2 30	9	0.00611	7	4 36 38
2	4 38 14	4 6	22 7.2	7.8	2 21	10	00618	6	4 40 35
3	4 42 20	4 6	22 15.0	7.4	2 11	10	00624	7	4 44 31
4	4 46 26	4 7	22 22.4	7.0	2 1	10	00631	6	4 48 28
5	4 50 33	4 7	22 29.4	6.6	1 51	10	00637	5	4 52 24
6	4 54 40	4 8	+22 36.0	6.2	— 1 41	11	0.00642	6	4 56 21
7	4 58 48	4 7	22 42.2	5.9	1 30	11	00648	5	5 0 18
8	5 2 55	4 8	22 48.1	5.4	1 19	12	00653	5	5 4 14
9	5 7 3	4 9	22 53.5	5.0	1 7	11	00658	5	5 8 11
10	5 11 12	4 8	22 58.5	4.6	0 56	12	00663	5	5 12 7
11	5 15 20	4 9	+23 3.1	4.2	— 0 44	13	0.00668	4	5 16 4
12	5 19 29	4 9	23 7.3	3.9	0 31	12	00672	4	5 20 0
13	5 23 38	4 9	23 11.2	3.4	0 19	12	00676	4	5 23 57
14	5 27 47	4 9	23 14.6	2.9	— 0 7	13	00680	4	5 27 53
15	5 31 56	4 9	23 17.5	2.6	+ 0 6	13	00684	3	5 31 50
16	5 36 5		+23 20.1		+ 0 19		0.00687		5 35 47

1a. Immerwährende Sonnenephemeride (Fortsetzung).

Tag	Scheinb. A R		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
	h m s		° ′		m s				h m s
Juni									
16	5 36 5	4 10	+23 20.1	2.2	+ 0 19	13	0,00687	3	5 35 47
17	5 40 15	4 9	23 22.3	1.7	0 32	13	00690	3	5 39 43
18	5 44 24	4 10	23 24.0	1.4	0 45	13	00693	3	5 43 40
19	5 48 34	4 9	23 25.4	0.9	0 58	13	00696	3	5 47 36
20	5 52 43	4 10	23 26.3	0.5	1 11	13	00699	2	5 51 33
21	5 56 53	4 9	+23 26.8	0.1	+ 1 24	13	0,00701	3	5 55 29
22	6 1 2	4 10	23 26.9	0.3	1 37	12	00704	2	5 59 26
23	6 5 12	4 9	23 26.6	0.7	1 49	13	00706	2	6 3 22
24	6 9 21	4 10	23 25.9	1.1	2 2	13	00708	2	6 7 19
25	6 13 31	4 9	23 24.8	1.6	2 15	13	00710	2	6 11 16
26	6 17 40	4 9	+23 23.2	1.9	+ 2 28	12	0,00712	2	6 15 12
27	6 21 49	4 9	23 21.3	2.4	2 40	13	00714	1	6 19 9
28	6 25 58	4 9	23 18.9	2.8	2 53	12	00715	1	6 23 5
29	6 30 7	4 8	23 16.1	3.1	3 5	12	00716	2	6 27 2
30	6 34 15		23 13.0		3 17		00718		6 30 58
Juli		4 9		3.6		12		1	
1	6 38 24	4 8	+23 9.4	4.0	+ 3 29	12	0,00719	0	6 34 55
2	6 42 32	4 8	23 5.4	4.4	3 41	11	00719	1	6 38 51
3	6 46 40	4 8	23 1.0	4.9	3 52	11	00720	0	6 42 48
4	6 50 48	4 7	22 56.1	5.2	4 3	11	00720	0	6 46 45
5	6 54 55	4 7	22 50.9	5.6	4 14	11	00720	0	6 50 41
6	6 59 2	4 7	+22 45.3	6.0	+ 4 25	10	0,00720	0	6 54 38
7	7 3 9	4 6	22 39.3	6.4	4 35	10	00720	1	6 58 34
8	7 7 15	4 6	22 32.9	6.7	4 45	9	00719	1	7 2 31
9	7 11 21	4 6	22 26.2	7.2	4 54	9	00718	1	7 6 27
10	7 15 27	4 5	22 19.0	7.6	5 3	9	00717	2	7 10 24
11	7 19 32	4 5	+22 11.4	7.9	+ 5 12	8	0,00715	1	7 14 21
12	7 23 37	4 4	22 3.5	8.3	5 20	8	00714	2	7 18 17
13	7 27 41	4 4	21 55.2	8.7	5 28	7	00712	2	7 22 14
14	7 31 45	4 3	21 46.5	9.1	5 35	7	00710	3	7 26 10
15	7 35 48	4 3	21 37.4	9.4	5 42	6	00707	3	7 30 7
16	7 39 51	4 3	+21 28.0	9.8	+ 5 48	6	0,00704	2	7 34 3
17	7 43 54	4 1	21 18.2	10.2	5 54	5	00702	3	7 38 0
18	7 47 55	4 1	21 8.0	10.5	5 59	5	00699	4	7 41 56
19	7 51 56	4 1	20 57.5	10.8	6 4	4	00695	3	7 45 53
20	7 55 57	4 0	20 46.7	11.2	6 8	3	00692	3	7 49 50
21	7 59 57	3 59	+20 35.5	11.6	+ 6 11	3	0,00689	4	7 53 46
22	8 3 57	3 59	20 23.9	11.9	6 14	2	00685	4	7 57 43
23	8 7 56	3 58	20 12.0	12.2	6 16	2	00681	4	8 1 39
24	8 11 54	3 58	19 59.8	12.6	6 18	1	00677	4	8 5 36
25	8 15 52	3 57	19 47.2	12.9	6 19	1	00673	4	8 9 32
26	8 19 49	3 57	+19 34.3	13.2	+ 6 20	0	0,00669	4	8 13 29
27	8 23 46	3 56	19 21.1	13.6	6 20	0	00665	5	8 17 25
28	8 27 42	3 55	19 7.5	13.9	6 20	1	00660	4	8 21 22
29	8 31 37	3 55	18 53.6	14.2	6 19	2	00656	5	8 25 19
30	8 35 32	3 54	18 39.4	14.4	6 17	2	00651	5	8 29 15
31	8 39 26	3 54	+18 25.0	14.8	+ 6 15	3	0,00646	5	8 33 12
32	8 43 20		18 10.2		6 12		00641		8 37 8

1a. Immerwährende Sonnenephemeride (Fortsetzung).

Tag	Scheinb. AR		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
	h m s		° ′		m s				h m s
August									
1	8 43 20		+18 10.2	15.1	+ 6 12		0.00641	6	8 37 8
2	8 47 13	3 53	17 55.1	15.4	6 8	4	00635	5	8 41 5
3	8 51 6	3 53	17 39.7	15.7	6 4	4	00630	6	8 45 1
4	8 54 58	3 52	17 24.0	15.9	6 0	4	00624	6	8 48 58
5	8 58 49	3 51	17 8.1		5 54	6	00618		8 52 54
		3 51		16.3		5		6	
6	9 2 40		+16 51.8		+ 5 49		0.00612		8 56 51
7	9 6 30	3 50	16 35.3	16.5	5 42	7	00605	7	9 0 48
8	9 10 19	3 49	16 18.5	16.8	5 35	7	00598	7	9 4 44
9	9 14 8	3 49	16 1.5	17.0	5 28	7	00591	7	9 8 41
10	9 17 57	3 49	15 44.2	17.3	5 19	9	00584	7	9 12 37
		3 47		17.5		8		7	
11	9 21 44		+15 26.7		+ 5 11		0.00577		9 16 34
12	9 25 32	3 48	15 8.9	17.8	5 1	10	00569	8	9 20 30
13	9 29 18	3 46	14 50.9	18.0	4 51	10	00561	8	9 24 27
14	9 33 4	3 46	14 32.6	18.3	4 41	10	00553	8	9 28 23
15	9 36 50	3 46	14 14.1	18.5	4 30	11	00545		9 32 20
		3 45		18.7		12		8	
16	9 40 35		+13 55.4		+ 4 18		0.00537		9 36 17
17	9 44 19	3 44	13 36.4	19.0	4 6	12	00528	9	9 40 13
18	9 48 3	3 44	13 17.3	19.1	3 53	13	00520	8	9 44 10
19	9 51 46	3 43	12 57.9	19.4	3 40	13	00511	9	9 48 6
20	9 55 29	3 43	12 38.3	19.6	3 26	14	00502	9	9 52 3
		3 43		19.7		14		8	
21	9 59 12		+12 18.6		+ 3 12		0.00494		9 55 59
22	10 2 53	3 41	11 58.6	20.0	2 58	14	00485	9	9 59 56
23	10 6 35	3 42	11 38.4	20.2	2 42	16	00476	9	10 3 52
24	10 10 16	3 41	11 18.1	20.3	2 27	15	00466	10	10 7 49
25	10 13 56	3 40	10 57.6	20.5	2 11	16	00457	9	10 11 46
		3 41		20.7		17		9	
26	10 17 37		+10 36.9		+ 1 54		0.00448		10 15 42
27	10 21 16	3 39	10 16.0	20.9	1 38	16	00439	9	10 19 39
28	10 24 56	3 40	9 55.0	21.0	1 21	17	00429	10	10 23 35
29	10 28 35	3 39	9 33.8	21.2	1 3	18	00420	9	10 27 32
30	10 32 13	3 38	9 12.4	21.4	0 45	18	00410	10	10 31 28
		3 39		21.5		18		10	
31	10 35 52		+ 8 50.9		+ 0 27		0.00400		10 35 25
September		3 38		21.6		18		10	
1	10 39 30		+ 8 29.3		+ 0 9		0.00390		10 39 21
2	10 43 8	3 38	8 7.5	21.8	— 0 10	19	00380	10	10 43 18
3	10 46 45	3 37	7 45.6	21.9	0 29	19	00369	11	10 47 14
4	10 50 22	3 37	7 23.6	22.0	0 49	20	00359	10	10 51 11
5	10 53 59	3 37	7 1.4	22.2	1 8	19	00348	11	10 55 8
		3 37		22.2		20		11	
6	10 57 36		+ 6 39.2		— 1 28		0.00337		10 59 4
7	11 1 13	3 37	6 16.8	22.4	1 48	20	00326	11	11 3 1
8	11 4 49	3 36	5 54.3	22.5	2 8	20	00315	11	11 6 57
9	11 8 25	3 36	5 31.7	22.6	2 29	21	00304	11	11 10 54
10	11 12 1	3 36	5 9.1	22.6	2 49	20	00292	12	11 14 50
		3 36		22.8		21		11	
11	11 15 37		+ 4 46.3		— 3 10		0.00281		11 18 47

1a. Immerwährende Sonnenephemeride (Fortsetzung).

Tag	Scheinb. A R		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
September	h m s		o ′		m s				h m s
11	11 15 37	3 36	+ 4 46.3	22.8	— 3 10	21	0.00281	12	11 18 47
12	11 19 13	3 35	4 23.5	22.9	3 31	21	00269	12	11 22 43
13	11 22 48	3 36	4 0.6	23.0	3 52	21	00257	11	11 26 40
14	11 26 24	3 35	3 37.6	23.1	4 13	21	00246	12	11 30 37
15	11 29 59	3 35	3 14.5	23.1	4 34	21	00234	12	11 34 33
16	11 33 34	3 35	+ 2 51.4	23.1	— 4 55	22	0.00222	12	11 38 30
17	11 37 9	3 36	2 28.3	23.2	5 17	21	00210	12	11 42 26
18	11 40 45	3 35	2 5.1	23.3	5 38	21	00198	12	11 46 23
19	11 44 20	3 35	1 41.8	23.2	5 59	22	00186	12	11 50 19
20	11 47 55	3 35	1 18.6	23.4	6 21	21	00174	12	11 54 16
21	11 51 30	3 36	+ 0 55.2	23.3	— 6 42	21	0.00162	12	11 58 12
22	11 55 6	3 35	0 31.9	23.4	7 3	21	00150	12	12 2 9
23	11 58 41	3 36	+ 0 8.5	23.3	7 24	21	00138	12	12 6 6
24	12 2 17	3 36	— 0 14.8	23.4	7 45	21	00126	12	12 10 2
25	12 5 53	3 36	0 38.2	23.4	8 6	21	00114	12	12 13 59
26	12 9 29	3 36	— 1 1.6	23.4	— 8 27	20	0.00102	12	12 17 55
27	12 13 5	3 36	1 25.0	23.4	8 47	20	00090	12	12 21 52
28	12 16 41	3 37	1 48.4	23.4	9 7	20	00078	12	12 25 48
29	12 20 18	3 36	2 11.8	23.4	9 27	20	00065	13	12 29 45
30	12 23 54	3 37	2 35.2	23.3	9 47	20	00053	12	12 33 41
Oktober									
1	12 27 31	3 38	— 2 58.5	23.3	—10 7	19	0.00041	12	12 37 38
2	12 31 9	3 38	3 21.8	23.3	10 26	19	00029	13	12 41 35
3	12 34 47	3 38	3 45.1	23.2	10 45	18	00016	12	12 45 31
4	12 38 25	3 38	4 8.3	23.2	11 3	18	0.00004	13	12 49 28
5	12 42 3	3 39	4 31.5	23.1	11 21	18	9.99991	12	12 53 24
6	12 45 42	3 39	— 4 54.6	23.1	—11 39	18	9.99979	13	12 57 21
7	12 49 21	3 39	5 17.7	23.0	11 57	17	99966	12	13 1 17
8	12 53 0	3 40	5 40.7	22.9	12 14	16	99954	13	13 5 14
9	12 56 40	3 40	6 3.6	22.8	12 30	17	99941	13	13 9 10
10	13 0 20	3 41	6 26.4	22.8	12 47	15	99928	12	13 13 7
11	13 4 1	3 41	— 6 49.2	22.6	—13 2	16	9.99916	13	13 17 3
12	13 7 42	3 42	7 11.8	22.6	13 18	15	99903	13	13 21 0
13	13 11 24	3 42	7 34.4	22.5	13 33	14	99890	12	13 24 57
14	13 15 6	3 43	7 56.9	22.3	13 47	14	99878	13	13 28 53
15	13 18 49	3 43	8 19.2	22.2	14 1	13	99865	13	13 32 50
16	13 22 32	3 44	— 8 41.4	22.1	—14 14	13	9.99852	12	13 36 46
17	13 26 16	3 44	9 3.5	22.0	14 27	12	99840	13	13 40 43
18	13 30 0	3 45	9 25.5	21.8	14 39	12	99827	12	13 44 39
19	13 33 45	3 46	9 47.3	21.7	14 51	12	99815	12	13 48 36
20	13 37 31	3 46	10 9.0	21.6	15 2	11	99803	12	13 52 32
21	13 41 17	3 47	—10 30.6	21.4	—15 12	10	9.99791	12	13 56 29
22	13 45 4	3 47	10 52.0	21.2	15 22	10	99779	12	14 0 26
23	13 48 51	3 48	11 13.2	21.0	15 31	9	99767	11	14 4 22
24	13 52 39	3 49	11 34.2	20.9	15 39	8	99756	12	14 8 19
25	13 56 28	3 50	11 55.1	20.7	15 47	8	99744	12	14 12 15
26	14 0 18		—12 15.8		—15 54	7	9.99732		14 16 12

1a. Immerwährende Sonnenephemeride (Fortsetzung).

Tag	Scheinb. A R		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
	h m s		° ′		m s				h m s
Oktober									
26	14 0 18	3 51	−12 15.8	20.6	−15 54	6	9.99732	11	14 16 12
27	14 4 9	3 51	12 36.4	20.3	16 0	5	99721	11	14 20 8
28	14 8 0	3 52	12 56.7	20.1	16 5	5	99710	12	14 24 5
29	14 11 52	3 52	13 16.8	19.9	16 10	4	99698	11	14 28 1
30	14 15 44	3 54	13 36.7	19.7	16 14	3	99687	11	14 31 58
31	14 19 38		−13 56.4		−16 17		9.99676		14 35 55
November		3 54		19.5		2		11	
1	14 23 32	3 55	−14 15.9	19.3	−16 19	1	9.99665	11	14 39 51
2	14 27 27	3 56	14 35.2	19.0	16 20	1	99654	12	14 43 48
3	14 31 23	3 57	14 54.2	18.7	16 21	0	99642	11	14 47 44
4	14 35 20	3 57	15 12.9	18.6	16 21	1	99631	11	14 51 41
5	14 39 17	3 59	15 31.5	18.2	16 20	2	99620	10	14 55 37
6	14 43 16	3 59	−15 49.7	18.0	−16 18	3	9.99610	11	14 59 34
7	14 47 15	4 0	16 7.7	17.8	16 15	3	99599	11	15 3 30
8	14 51 15	4 1	16 25.5	17.4	16 12	4	99588	11	15 7 27
9	14 55 16	4 1	16 42.9	17.2	16 8	5	99577	10	15 11 24
10	14 59 17	4 3	17 0.1	16.9	16 3	6	99567	11	15 15 20
11	15 3 20	4 3	−17 17.0	16.6	−15 57	7	9.99556	10	15 19 17
12	15 7 23	4 4	17 33.6	16.2	15 50	8	99546	10	15 23 13
13	15 11 27	4 5	17 49.8	16.0	15 42	8	99536	10	15 27 10
14	15 15 32	4 6	18 5.8	15.7	15 34	9	99526	10	15 31 6
15	15 19 38	4 7	18 21.5	15.3	15 25	10	99516	10	15 35 3
16	15 23 45	4 7	−18 36.8	15.0	−15 15	11	9.99506	9	15 38 59
17	15 27 52	4 9	18 51.8	14.6	15 4	12	99497	10	15 42 56
18	15 32 1	4 9	19 6.4	14.4	14 52	13	99487	9	15 46 53
19	15 36 10	4 10	19 20.8	13.9	14 39	13	99478	8	15 50 49
20	15 40 20	4 11	19 34.7	13.7	14 26	14	99470	9	15 54 46
21	15 44 31	4 11	−19 48.4	13.2	−14 12	15	9.99461	8	15 58 42
22	15 48 42	4 13	20 1.6	12.9	13 57	16	99453	9	16 2 39
23	15 52 55	4 13	20 14.5	12.5	13 41	17	99444	8	16 6 35
24	15 57 8	4 14	20 27.0	12.2	13 24	17	99436	7	16 10 32
25	16 1 22	4 15	20 39.2	11.7	13 7	19	99429	8	16 14 28
26	16 5 37	4 15	−20 50.9	11.4	−12 48	19	9.99421	8	16 18 25
27	16 9 52	4 17	21 2.3	11.0	12 29	19	99413	7	16 22 22
28	16 14 9	4 17	21 13.3	10.6	12 10	21	99406	7	16 26 18
29	16 18 26	4 17	21 23.9	10.1	11 49	21	99399	7	16 30 15
30	16 22 43	4 19	21 34.0	9.8	11 28	22	99392	7	16 34 11
Dezember									
1	16 27 2	4 19	−21 43.8	9.3	−11 6	23	9.99385	7	16 38 8
2	16 31 21	4 20	21 53.1	9.0	10 43	23	99378	6	16 42 4
3	16 35 41	4 20	22 2.1	8.5	10 20	24	99372	7	16 46 1
4	16 40 1	4 21	22 10.6	8.0	9 56	24	99365	7	16 49 57
5	16 44 22	4 21	22 18.6	7.7	9 32	25	99359	6	16 53 54
6	16 48 43		−22 26.3		− 9 7		9.99353	6	16 57 51

1a. Immerwährende Sonnenephemeride (Schluß).

Tag	Scheinb. AR		Scheinb. Dekl.		Zeitgleichung		log R		Sternzeit
Dezember	h m s		° ′		m s				h m s
6	16 48 43	4 22	−22 26.3	7.2	− 9 7	25	9.99353	6	16 57 51
7	16 53 5	4 23	22 33.5	6.7	8 42	26	99347	6	17 1 47
8	16 57 28	4 23	22 40.2	6.3	8 16	27	99341	6	17 5 44
9	17 1 51	4 23	22 46.5	5.9	7 49	27	99335	6	17 9 40
10	17 6 14	4 24	22 52.4	5.4	7 22	27	99329	5	17 13 37
11	17 10 38	4 24	−22 57.8	5.0	− 6 55	28	9.99324	5	17 17 33
12	17 15 2	4 25	23 2.8	4.5	6 27	28	99319	5	17 21 30
13	17 19 27	4 25	23 7.3	4.0	5 59	28	99314	5	17 25 26
14	17 23 52	4 25	23 11.3	3.6	5 31	28	99309	4	17 29 23
15	17 28 17	4 26	23 14.9	3.1	5 3	29	99305	4	17 33 20
16	17 32 43	4 25	−23 18.0	2.7	− 4 34	29	9.99301	4	17 37 16
17	17 37 8	4 26	23 20.7	2.2	4 5	30	99297	4	17 41 13
18	17 41 34	4 26	23 22.9	1.7	3 35	29	99293	3	17 45 9
19	17 46 0	4 26	23 24.6	1.3	3 6	30	99290	3	17 49 6
20	17 50 26	4 27	23 25.9	0.7	2 36	30	99287	3	17 53 2
21	17 54 53	4 26	−23 26.6	0.3	− 2 6	29	9.99284	2	17 56 59
22	17 59 19	4 26	23 26.9	0.1	1 37	30	99282	2	18 0 56
23	18 3 45	4 27	23 26.8	0.7	1 7	30	99280	2	18 4 52
24	18 8 12	4 26	23 26.1	1.1	0 37	30	99278	2	18 8 49
25	18 12 38	4 27	23 25.0	1.5	− 0 7	30	99276	2	18 12 45
26	18 17 5	4 26	−23 23.5	2.1	+ 0 23	30	9.99274	1	18 16 42
27	18 21 31	4 26	23 21.4	2.5	0 53	29	99273	1	18 20 38
28	18 25 57	4 26	23 18.9	3.0	1 22	30	99272	1	18 24 35
29	18 30 23	4 26	23 15.9	3.4	1 52	30	99271	1	18 28 31
30	18 34 49	4 26	23 12.5	4.0	2 21	29	99270	0	18 32 28
31	18 39 15	4 25	−23 8.5	4.3	+ 2 50	29	9.99270	1	18 36 25
32	18 43 40		23 4.2		3 19		99269		18 40 21

Die scheinbare Sonnenlänge ⊙ siehe Tafel 71, S. 220.

1b. Scheinbarer Radius und Horizontalparallaxe der Sonne.

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	⊙ Radius	⊙ Parallaxe	Tag	⊙ Radius	⊙ Parallaxe
Jan. 1	16′ 18″	9″0	Juli 10	15′ 45″	8″7
11	16 17	8.9	20	15 46	8.7
21	16 17	8.9	30	15 47	8.7
31	16 15	8.9	Aug. 9	15 48	8.7
Febr. 10	16 14	8.9	19	15 50	8.7
20	16 12	8.9	29	15 52	8.7
März 2	16 10	8.9	Sept. 8	15 54	8.7
12	16 7	8.9	18	15 57	8.8
22	16 4	8.8	28	15 59	8.8
April 1	16 2	8.8	Okt. 8	16 2	8.8
11	15 59	8.8	18	16 5	8.8
21	15 56	8.8	28	16 8	8.9
Mai 1	15 54	8.7	Nov. 7	16 10	8.9
11	15 51	8.7	17	16 12	8.9
21	15 50	8.7	27	16 14	8.9
31	15 48	8.7	Dez. 7	16 16	8.9
Juni 10	15 47	8.7	17	16 17	8.9
20	15 46	8.7	27	16 17	9.0
30	15 45	8.7	37	16 17	9.0
Juli 10	15 45	8.7			

1c. Verbesserung k wegen Jahresanfang.

Jahr	k	Jahr	k	Jahr	k
1900	+ 0^{d}360	1920*	+ 0^{d}516	1940*	+ 0^{d}672
01	+ 0.117	21	+ 0.273	41	+ 0.429
02	— 0.125	22	+ 0.031	42	+ 0.187
03	— 0.367	23	— 0.211	43	— 0.055
04*	+ 0.391	24*	+ 0.547	44*	+ 0.703
1905	+ 0.148	1925	+ 0.305	1945	+ 0.461
06	— 0.094	26	+ 0.062	46	+ 0.218
07	— 0.336	27	— 0.180	47	— 0.024
08*	+ 0.422	28*	+ 0.578	48*	+ 0.734
09	+ 0.180	29	+ 0.336	49	+ 0.492
1910	— 0.062	1930	+ 0.094	1950	+ 0.250
11	— 0.305	31	— 0.149		
12*	+ 0.453	32*	+ 0.609		
13	+ 0.211	33	+ 0.367		
14	— 0.031	34	+ 0.125		
1915	— 0.273	1935	— 0.117		
16*	+ 0.484	36*	+ 0.640		
17	+ 0.242	37	+ 0.398	* Schaltjahr	
18	0.000	38	+ 0.156		
19	— 0.242	39	— 0.086		

2. Verwandlung von Bogenmaß in Zeitmaß.

Grade																		Min.		Sek.	
°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	′	m s	″	s
0	0 0	60	4 0	120	8 0	180	12 0	240	16 0	300	20 0	0	0 0	0	0.00
1	0 4	61	4 4	121	8 4	181	12 4	241	16 4	301	20 4	1	0 4	1	0.07
2	0 8	62	4 8	122	8 8	182	12 8	242	16 8	302	20 8	2	0 8	2	0.13
3	0 12	63	4 12	123	8 12	183	12 12	243	16 12	303	20 12	3	0 12	3	0.20
4	0 16	64	4 16	124	8 16	184	12 16	244	16 16	304	20 16	4	0 16	4	0.27
5	0 20	65	4 20	125	8 20	185	12 20	245	16 20	305	20 20	5	0 20	5	0.33
6	0 24	66	4 24	126	8 24	186	12 24	246	16 24	306	20 24	6	0 24	6	0.40
7	0 28	67	4 28	127	8 28	187	12 28	247	16 28	307	20 28	7	0 28	7	0.47
8	0 32	68	4 32	128	8 32	188	12 32	248	16 32	308	20 32	8	0 32	8	0.53
9	0 36	69	4 36	129	8 36	189	12 36	249	16 36	309	20 36	9	0 36	9	0.60
10	0 40	70	4 40	130	8 40	190	12 40	250	16 40	310	20 40	10	0 40	10	0.67
11	0 44	71	4 44	131	8 44	191	12 44	251	16 44	311	20 44	11	0 44	11	0.73
12	0 48	72	4 48	132	8 48	192	12 48	252	16 48	312	20 48	12	0 48	12	0.80
13	0 52	73	4 52	133	8 52	193	12 52	253	16 52	313	20 52	13	0 52	13	0.87
14	0 56	74	4 56	134	8 56	194	12 56	254	16 56	314	20 56	14	0 56	14	0.93
15	1 0	75	5 0	135	9 0	195	13 0	255	17 0	315	21 0	15	1 0	15	1.00
16	1 4	76	5 4	136	9 4	196	13 4	256	17 4	316	21 4	16	1 4	16	1.07
17	1 8	77	5 8	137	9 8	197	13 8	257	17 8	317	21 8	17	1 8	17	1.13
18	1 12	78	5 12	138	9 12	198	13 12	258	17 12	318	21 12	18	1 12	18	1.20
19	1 16	79	5 16	139	9 16	199	13 16	259	17 16	319	21 16	19	1 16	19	1.27
20	1 20	80	5 20	140	9 20	200	13 20	260	17 20	320	21 20	20	1 20	20	1.33
21	1 24	81	5 24	141	9 24	201	13 24	261	17 24	321	21 24	21	1 24	21	1.40
22	1 28	82	5 28	142	9 28	202	13 28	262	17 28	322	21 28	22	1 28	22	1.47
23	1 32	83	5 32	143	9 32	203	13 32	263	17 32	323	21 32	23	1 32	23	1.53
24	1 36	84	5 36	144	9 36	204	13 36	264	17 36	324	21 36	24	1 36	24	1.60
25	1 40	85	5 40	145	9 40	205	13 40	265	17 40	325	21 40	25	1 40	25	1.67
26	1 44	86	5 44	146	9 44	206	13 44	266	17 44	326	21 44	26	1 44	26	1.73
27	1 48	87	5 48	147	9 48	207	13 48	267	17 48	327	21 48	27	1 48	27	1.80
28	1 52	88	5 52	148	9 52	208	13 52	268	17 52	328	21 52	28	1 52	28	1.87
29	1 56	89	5 56	149	9 56	209	13 56	269	17 56	329	21 56	29	1 56	29	1.93
30	2 0	90	6 0	150	10 0	210	14 0	270	18 0	330	22 0	30	2 0	30	2.00
31	2 4	91	6 4	151	10 4	211	14 4	271	18 4	331	22 4	31	2 4	31	2.07
32	2 8	92	6 8	152	10 8	212	14 8	272	18 8	332	22 8	32	2 8	32	2.13
33	2 12	93	6 12	153	10 12	213	14 12	273	18 12	333	22 12	33	2 12	33	2.20
34	2 16	94	6 16	154	10 16	214	14 16	274	18 16	334	22 16	34	2 16	34	2.27
35	2 20	95	6 20	155	10 20	215	14 20	275	18 20	335	22 20	35	2 20	35	2.33
36	2 24	96	6 24	156	10 24	216	14 24	276	18 24	336	22 24	36	2 24	36	2.40
37	2 28	97	6 28	157	10 28	217	14 28	277	18 28	337	22 28	37	2 28	37	2.47
38	2 32	98	6 32	158	10 32	218	14 32	278	18 32	338	22 32	38	2 32	38	2.53
39	2 36	99	6 36	159	10 36	219	14 36	279	18 36	339	22 36	39	2 36	39	2.60
40	2 40	100	6 40	160	10 40	220	14 40	280	18 40	340	22 40	40	2 40	40	2.67
41	2 44	101	6 44	161	10 44	221	14 44	281	18 44	341	22 44	41	2 44	41	2.73
42	2 48	102	6 48	162	10 48	222	14 48	282	18 48	342	22 48	42	2 48	42	2.80
43	2 52	103	6 52	163	10 52	223	14 52	283	18 52	343	22 52	43	2 52	43	2.87
44	2 56	104	6 56	164	10 56	224	14 56	284	18 56	344	22 56	44	2 56	44	2.93
45	3 0	105	7 0	165	11 0	225	15 0	285	19 0	345	23 0	45	3 0	45	3.00
46	3 4	106	7 4	166	11 4	226	15 4	286	19 4	346	23 4	46	3 4	46	3.07
47	3 8	107	7 8	167	11 8	227	15 8	287	19 8	347	23 8	47	3 8	47	3.13
48	3 12	108	7 12	168	11 12	228	15 12	288	19 12	348	23 12	48	3 12	48	3.20
49	3 16	109	7 16	169	11 16	229	15 16	289	19 16	349	23 16	49	3 16	49	3.27
50	3 20	110	7 20	170	11 20	230	15 20	290	19 20	350	23 20	50	3 20	50	3.33
51	3 24	111	7 24	171	11 24	231	15 24	291	19 24	351	23 24	51	3 24	51	3.40
52	3 28	112	7 28	172	11 28	232	15 28	292	19 28	352	23 28	52	3 28	52	3.47
53	3 32	113	7 32	173	11 32	233	15 32	293	19 32	353	23 32	53	3 32	53	3.53
54	3 36	114	7 36	174	11 36	234	15 36	294	19 36	354	23 36	54	3 36	54	3.60
55	3 40	117	7 40	175	11 40	235	15 40	295	19 40	355	23 40	55	3 40	55	3.67
56	3 44	116	7 44	176	11 44	236	15 44	296	19 44	356	23 44	56	3 44	56	3.73
57	3 48	115	7 48	177	11 48	237	15 48	297	19 48	357	23 48	57	3 48	57	3.80
58	3 52	118	7 52	178	11 52	238	15 52	298	19 52	358	23 52	58	3 52	58	3.87
59	3 56	119	7 56	179	11 56	239	15 56	299	19 56	359	23 56	59	3 56	59	3.93
60	4 0	120	8 0	180	12 0	240	16 0	300	20 0	360	24 0	60	4 0	60	4.00

3. Verwandlung von Zeitmaß in Bogenmaß.

Stunden		Minuten				Sekunden					
h	°	m	° ′	m	° ′	s	′ ″	s	′ ″	s	″
1	15	1	0 15	31	7 45	1	0 15	31	7 45	0.1	1.5
2	30	2	0 30	32	8 0	2	0 30	32	8 0	0.2	3.0
3	45	3	0 45	33	8 15	3	0 45	33	8 15	0.3	4.5
4	60	4	1 0	34	8 30	4	1 0	34	8 30	0.4	6.0
5	75	5	1 15	35	8 45	5	1 15	35	8 45	0.5	7.5
6	90	6	1 30	36	9 0	6	1 30	36	9 0	0.6	9.0
7	105	7	1 45	37	9 15	7	1 45	37	9 15	0.7	10.5
8	120	8	2 0	38	9 30	8	2 0	38	9 30	0.8	12.0
9	135	9	2 15	39	9 45	9	2 15	39	9 45	0.9	13.5
10	150	10	2 30	40	10 0	10	2 30	40	10 0		
11	165	11	2 45	41	10 15	11	2 45	41	10 15	s	″
12	180	12	3 0	42	10 30	12	3 0	42	10 30	0.01	0.15
13	195	13	3 15	43	10 45	13	3 15	43	10 45	0.02	0.30
14	210	14	3 30	44	11 0	14	3 30	44	11 0	0.03	0.45
15	225	15	3 45	45	11 15	15	3 45	45	11 15	0.04	0.60
16	240	16	4 0	46	11 30	16	4 0	46	11 30	0.05	0.75
17	255	17	4 15	47	11 45	17	4 15	47	11 45	0.06	0.90
18	270	18	4 30	48	12 0	18	4 30	48	12 0	0.07	1.05
19	285	19	4 45	49	12 15	19	4 45	49	12 15	0.08	1.20
20	300	20	5 0	50	12 30	20	5 0	50	12 30	0.09	1.35
21	315	21	5 15	51	12 45	21	5 15	51	12 45		
22	330	22	5 30	52	13 0	22	5 30	52	13 0		
23	345	23	5 45	53	13 15	23	5 45	53	13 15		
24	360	24	6 0	54	13 30	24	6 0	54	13 30		
		25	6 15	55	13 45	25	6 15	55	13 45		
		26	6 30	56	14 0	26	6 30	56	14 0		
		27	6 45	57	14 15	27	6 45	57	14 15		
		28	7 0	58	14 30	28	7 0	58	14 30		
		29	7 15	59	14 45	29	7 15	59	14 45		
		30	7 30	60	15 0	30	7 30	60	15 0		

4. Verwandlung der Mittleren Zeit in Sternzeit.

Red.	+ 0m	+ 1m	+ 2m	+ 3m
s	h m s	h m s	h m s	h m s
0	0 0 0	6 5 15	12 10 29	18 15 44
1	0 6 5	6 11 20	12 16 34	18 21 49
2	0 12 10	6 17 25	12 22 40	18 27 54
3	0 18 16	6 23 30	12 28 45	18 33 59
4	0 24 21	6 29 36	12 34 50	18 40 5
5	0 30 26	6 35 41	12 40 55	18 46 10
6	0 36 31	6 41 46	12 47 1	18 52 15
7	0 42 37	6 47 51	12 53 6	18 58 20
8	0 48 42	6 53 56	12 59 11	19 4 26
9	0 54 47	7 0 2	13 5 16	19 10 31
10	1 0 52	7 6 7	13 11 21	19 16 36
11	1 6 58	7 12 12	13 17 27	19 22 41
12	1 13 3	7 18 17	13 23 32	19 28 47
13	1 19 8	7 24 23	13 29 37	19 34 52
14	1 25 13	7 30 28	13 35 42	19 40 57
15	1 31 19	7 36 33	13 41 48	19 47 2
16	1 37 24	7 42 38	13 47 53	19 53 7
17	1 43 29	7 48 44	13 53 58	19 59 13
18	1 49 34	7 54 49	14 0 3	20 5 18
19	1 55 40	8 0 54	14 6 9	20 11 23
20	2 1 45	8 6 59	14 12 14	20 17 28
21	2 7 50	8 13 5	14 18 19	20 23 34
22	2 13 55	8 19 10	14 24 24	20 29 39
23	2 20 1	8 25 15	14 30 30	20 35 44
24	2 26 6	8 31 20	14 36 35	20 41 49
25	2 32 11	8 37 26	14 42 40	20 47 55
26	2 38 16	8 43 31	14 48 45	20 54 0
27	2 44 22	8 49 36	14 54 51	21 0 5
28	2 50 27	8 55 41	15 0 56	21 6 10
29	2 56 32	9 1 47	15 7 1	21 12 16
30	3 2 37	9 7 52	15 13 6	21 18 21
31	3 8 43	9 13 57	15 19 12	21 24 26
32	3 14 48	9 20 2	15 25 17	21 30 31
33	3 20 53	9 26 8	15 31 22	21 36 37
34	3 26 58	9 32 13	15 37 27	21 42 42
35	3 33 3	9 38 18	15 43 33	21 48 47
36	3 39 9	9 44 23	15 49 38	21 54 52
37	3 45 14	9 50 28	15 55 43	22 0 58
38	3 51 19	9 56 34	16 1 48	22 7 3
39	3 57 24	10 2 39	16 7 54	22 13 8
40	4 3 30	10 8 44	16 13 59	22 19 13
41	4 9 35	10 14 49	16 20 4	22 25 19
42	4 15 40	10 20 55	16 26 9	22 31 24
43	4 21 45	10 27 0	16 32 14	22 37 29
44	4 27 51	10 33 5	16 38 20	22 43 34
45	4 33 56	10 39 10	16 44 25	22 49 39
46	4 40 1	10 45 16	16 50 30	22 55 45
47	4 46 6	10 51 21	16 56 35	23 1 50
48	4 52 12	10 57 26	17 2 41	23 7 55
49	4 58 17	11 3 31	17 8 46	23 14 0
50	5 4 22	11 9 37	17 14 51	23 20 6
51	5 10 27	11 15 42	17 20 56	23 26 11
52	5 16 33	11 21 47	17 27 2	23 32 16
53	5 22 38	11 27 52	17 33 7	23 38 21
54	5 28 43	11 33 58	17 39 12	23 44 27
55	5 34 48	11 40 3	17 45 17	23 50 32
56	5 40 54	11 46 8	17 51 23	23 56 37
57	5 46 59	11 52 13	17 57 28	24 2 42
58	5 53 4	11 58 19	18 3 33	24 8 48
59	5 59 9	12 4 24	18 9 38	24 14 53
60	6 5 15	12 10 29	18 15 44	24 20 58

s	+	m s
0.0		0 0
0.1		0 37
0.2		1 13
0.3		1 50
0.4		2 26
0.5		3 3
0.6		3 39
0.7		4 16
0.8		4 52
0.9		5 29

Reduktion der Sternzeit im mittleren Mittag. Man entnimmt dieser Tafel mit der in Zeit ausgedrückten Länge λ des Beobachtungsortes die zugehörige Reduktion und

addiert / subtrahiert } sie { zu der / von der } Sternzeit im mittleren Greenwicher Mittag, wenn λ { westlich / östlich } ist.

5. Verwandlung der Sternzeit in Mittlere Zeit.

Red.	— 0m	— 1m	— 2m	— 3m
s	h m s	h m s	h m s	h m s
0	0 0 0	6 6 15	12 12 29	18 18 44
1	0 6 6	6 12 21	12 18 35	18 24 50
2	0 12 12	6 18 27	12 24 42	18 30 56
3	0 18 19	6 24 33	12 30 48	18 37 2
4	0 24 25	6 30 40	12 36 54	18 43 9
5	0 30 31	6 36 46	12 43 0	18 49 15
6	0 36 37	6 42 52	12 49 7	18 55 21
7	0 42 44	6 48 58	12 55 13	19 1 27
8	0 48 50	6 55 4	13 1 19	19 7 34
9	0 54 56	7 1 11	13 7 25	19 13 40
10	1 1 2	7 7 17	13 13 31	19 19 46
11	1 7 9	7 13 23	13 19 38	19 25 52
12	1 13 15	7 19 29	13 25 44	19 31 59
13	1 19 21	7 25 36	13 31 50	19 38 5
14	1 25 27	7 31 42	13 37 56	19 44 11
15	1 31 34	7 37 48	13 44 3	19 50 17
16	1 37 40	7 43 54	13 50 9	19 56 23
17	1 43 46	7 50 1	13 56 15	20 2 30
18	1 49 52	7 56 7	14 2 21	20 8 36
19	1 55 59	8 2 13	14 8 28	20 14 42
20	2 2 5	8 8 19	14 14 34	20 20 48
21	2 8 11	8 14 26	14 20 40	20 26 55
22	2 14 17	8 20 32	14 26 46	20 33 1
23	2 20 24	8 26 38	14 32 53	20 39 7
24	2 26 30	8 32 44	14 38 59	20 45 13
25	2 32 36	8 38 51	14 45 5	20 51 20
26	2 38 42	8 44 57	14 51 11	20 57 26
27	2 44 49	8 51 3	14 57 18	21 3 32
28	2 50 55	8 57 9	15 3 24	21 9 38
29	2 57 1	9 3 16	15 9 30	21 15 45
30	3 3 7	9 9 22	15 15 36	21 21 51
31	3 9 14	9 15 28	15 21 43	21 27 57
32	3 15 20	9 21 34	15 27 49	21 34 3
33	3 21 26	9 27 41	15 33 55	21 40 10
34	3 27 32	9 33 47	15 40 1	21 46 16
35	3 33 38	9 39 53	15 46 8	21 52 22
36	3 39 45	9 45 59	15 52 14	21 58 28
37	3 45 51	9 52 5	15 58 20	22 4 35
38	3 51 57	9 58 12	16 4 26	22 10 41
39	3 58 3	10 4 18	16 10 33	22 16 47
40	4 4 10	10 10 24	16 16 39	22 22 53
41	4 10 16	10 16 30	16 22 45	22 29 0
42	4 16 22	10 22 37	16 28 51	22 35 6
43	4 22 28	10 28 43	16 34 57	22 41 12
44	4 28 35	10 34 49	16 41 4	22 47 18
45	4 34 41	10 40 55	16 47 10	22 53 24
46	4 40 47	10 47 2	16 53 16	22 59 31
47	4 46 53	10 53 8	16 59 22	23 5 37
48	4 53 0	10 59 14	17 5 29	23 11 43
49	4 59 6	11 5 20	17 11 35	23 17 49
50	5 5 12	11 11 27	17 17 41	23 23 56
51	5 11 18	11 17 33	17 23 47	23 30 2
52	5 17 25	11 23 39	17 29 54	23 36 8
53	5 23 31	11 29 45	17 36 0	23 42 14
54	5 29 37	11 35 52	17 42 6	23 48 21
55	5 35 43	11 41 58	17 48 12	23 54 27
56	5 41 50	11 48 4	17 54 19	24 0 33
57	5 47 56	11 54 10	18 0 25	24 6 39
58	5 54 2	12 0 17	18 6 31	24 12 46
59	6 0 8	12 6 23	18 12 37	24 18 52
60	6 6 15	12 12 29	18 18 44	24 24 58

s	m s
— 0.0	0 0
0.1	0 37
0.2	1 13
0.3	1 50
0.4	2 26
0.5	3 3
0.6	3 40
0.7	4 16
0.8	4 53
0.9	5 30

6. Verwandlung von Stunden, Minuten und Sekunden in Dezimalteile des Tages und umgekehrt.

Tage	h m s	Tage	h m s	Tage	m s	Tage	m s	Tage	s
d	h m s	d	h m s	d	m s	d	m s		
0.00	0 0 0	0.50	12 0 0	0.0000	0 0.00	0.0050	7 12.00		
01	0 14 24	51	12 14 24	01	0 8.64	51	7 20.64		
02	0 28 48	52	12 28 48	02	0 17.28	52	7 29.28		
03	0 43 12	53	12 43 12	03	0 25.92	53	7 37.92		
04	0 57 36	54	12 57 36	04	0 34.56	54	7 46.56		
0.05	1 12 0	0.55	13 12 0	0.0005	0 43.20	0.0055	7 55.20		
06	1 26 24	56	13 26 24	06	0 51.84	56	8 3.84		
07	1 40 48	57	13 40 48	07	1 0.48	57	8 12.48		
08	1 55 12	58	13 55 12	08	1 9.12	58	8 21.12		
09	2 9 36	59	14 9 36	09	1 17.76	59	8 29.76	d	s
0.10	2 24 0	0.60	14 24 0	0.0010	1 26.40	0.0060	8 38.40	0.00000	0.000
11	2 38 24	61	14 38 24	11	1 35.04	61	8 47.04	1	0.864
12	2 52 48	62	14 52 48	12	1 43.68	62	8 55.68	2	1.728
13	3 7 12	63	15 7 12	13	1 52.32	63	9 4.32	3	2.592
14	3 21 36	64	15 21 36	14	2 0.96	64	9 12.96	4	3.456
0.15	3 36 0	0.65	15 36 0	0.0015	2 9.60	0.0065	9 21.60	0.00005	4.320
16	3 50 24	66	15 50 24	16	2 18.24	66	9 30.24	6	5.184
17	4 4 48	67	16 4 48	17	2 26.88	67	9 38.88	7	6.048
18	4 19 12	68	16 19 12	18	2 35.52	68	9 47.52	8	6.912
19	4 33 36	69	16 33 36	19	2 44.16	69	9 56.16	9	7.776
0.20	4 48 0	0.70	16 48 0	0.0020	2 52.80	0.0070	10 4.80		
21	5 2 24	71	17 2 24	21	3 1.44	71	10 13.44		
22	5 16 48	72	17 16 48	22	3 10.08	72	10 22.08		
23	5 31 12	73	17 31 12	23	3 18.72	73	10 30.72		
24	5 45 36	74	17 45 36	24	3 27.36	74	10 39.36		
0.25	6 0 0	0.75	18 0 0	0.0025	3 36.00	0.0075	10 48.00		
26	6 14 24	76	18 14 24	26	3 44.64	76	10 56.64		
27	6 28 48	77	18 28 48	27	3 53.28	77	11 5.28		
28	6 43 12	78	18 43 12	28	4 1.92	78	11 13.92		
29	6 57 36	79	18 57 36	29	4 10.56	79	11 22.56	d	s
0.30	7 12 0	0.80	19 12 0	0.0030	4 19.20	0.0080	11 31.20	0.000000	0.0000
31	7 26 24	81	19 26 24	31	4 27.84	81	11 39.84	1	0.0864
32	7 40 48	82	19 40 48	32	4 36.48	82	11 48.48	2	0.1728
33	7 55 12	83	19 55 12	33	4 45.12	83	11 57.12	3	0.2592
34	8 9 36	84	20 9 36	34	4 53.76	84	12 5.76	4	0.3456
0.35	8 24 0	0.85	20 24 0	0.0035	5 2.40	0.0085	12 14.40	0.000005	0.4320
36	8 38 24	86	20 38 24	36	5 11.04	86	12 23.04	6	0.5184
37	8 52 48	87	20 52 48	37	5 19.68	87	12 31.68	7	0.6048
38	9 7 12	88	21 7 12	38	5 28.32	88	12 40.32	8	0.6912
39	9 21 36	89	21 21 36	39	5 36.96	89	12 48.96	9	0.7776
0.40	9 36 0	0.90	21 36 0	0.0040	5 45.60	0.0090	12 57.60		
41	9 50 24	91	21 50 24	41	5 54.24	91	13 6.24		
42	10 4 48	92	22 4 48	42	6 2.88	92	13 14.88		
43	10 19 12	93	22 19 12	43	6 11.52	93	13 23.52		
44	10 33 36	94	22 33 36	44	6 20.16	94	13 32.16		
0.45	10 48 0	0.95	22 48 0	0.0045	6 28.80	0.0095	13 40.80		
46	11 2 24	96	23 2 24	46	6 37.44	96	13 49.44		
47	11 16 48	97	23 16 48	47	6 46.08	97	13 58.08		
48	11 31 12	98	23 31 12	48	6 54.72	98	14 6.72		
49	11 45 36	99	23 45 36	49	7 3.36	99	14 15.36		

Berlin — Greenwich: $+ 0^h 53^m 34^s.91 = + 0^d.037\,2096$
Berlin — Paris: $+ 0\ 44\ 13.88 = + 0.030\,7162$

7. Halbe Tagbogen.

δ \ φ	0° 0	0° +2	0° +4	0° +6	0° +8	0° +10	0° +12	0° +14	0° +16	0° +18	0° +20	0° +22	0° +24	0° +26	0° +28	0° +30	
0	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	0
−50	6 3	5 54	5 44	5 35	5 25	5 15	5 5	4 54	4 44	4 33	4 21	4 9	3 56	3 42	3 27	3 11	+50
48	3	54	45	36	27	18	9	59	49	39	28	17	4 5	53	40	25	48
46	3	55	46	38	30	21	12	5 3	54	45	35	25	14	4 3	51	37	46
44	3	55	47	40	32	24	16	7	59	50	41	32	22	11	4 0	48	44
42	3	56	48	41	34	26	19	11	5 3	55	47	38	29	19	9	59	42
−40	6 3	5 56	5 49	5 43	5 36	5 29	5 22	5 15	5 7	4 59	4 52	4 44	4 35	4 27	4 17	4 8	+40
38	3	56	50	44	37	31	25	18	11	5 4	57	49	42	34	25	16	38
36	3	57	51	45	39	33	27	21	15	8	5 2	55	48	40	32	24	36
34	3	57	52	46	41	35	30	24	18	12	6	5 0	53	46	39	31	34
32	2	57	52	47	43	37	32	27	21	16	10	4	58	52	45	38	32
−30	6 2	5 58	5 53	5 49	5 44	5 39	5 35	5 29	5 24	5 19	5 14	5 9	5 3	4 57	4 51	4 45	+30
28	2	58	54	50	45	41	37	32	27	23	18	13	7	5 2	56	51	28
26	2	58	55	51	46	43	39	35	30	26	21	17	12	7	5 2	57	26
24	2	59	55	52	48	45	41	37	33	29	25	21	16	12	7	5 3	24
22	2	59	56	53	50	46	43	39	36	32	28	24	21	17	13	9	22
−20	6 2	6 0	5 57	5 54	5 51	5 48	5 45	5 42	5 39	5 35	5 32	5 29	5 25	5 21	5 18	5 14	+20
18	2	0	57	55	52	49	47	44	41	38	35	32	29	26	23	19	18
16	2	0	58	56	53	51	48	46	44	41	39	36	33	30	27	24	16
14	2	0	58	56	54	52	50	48	46	44	42	39	37	35	32	29	14
12	2	0	59	57	55	54	52	50	48	47	45	43	41	39	37	34	12
−10	6 2	6 1	5 59	5 58	5 56	5 55	5 54	5 52	5 51	5 49	5 48	5 46	5 45	5 43	5 41	5 39	+10
8	2	1	6 0	58	57	56	55	54	53	52	51	50	48	46	45	44	8
6	2	2	0	6 0	58	58	57	56	56	55	54	53	52	51	50	49	6
4	2	2	1	0	6 0	59	59	58	58	57	56	56	55	55	54	53	4
− 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 1	6 1	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	5 59	5 59	5 58	5 58	5 58	+ 2
0	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	6 2	0
+ 2	6 2	6 3	6 3	6 3	6 3	6 4	6 4	6 4	6 4	6 5	6 5	6 6	6 6	6 6	6 7	6 7	− 2
4	2	3	4	4	5	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	4
6	2	3	4	5	6	6	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	6
8	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	14	16	17	18	20	21	8
10	2	4	5	6	8	9	11	13	14	16	17	19	21	22	24	26	10
+12	6 2	6 4	6 6	6 8	6 9	6 11	6 13	6 15	6 16	6 18	6 20	6 22	6 24	6 26	6 29	6 31	−12
14	2	4	6	8	11	13	15	17	19	21	23	26	28	31	33	36	14
16	2	4	7	9	12	14	16	19	21	24	26	29	32	35	38	41	16
18	2	5	8	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	39	42	46	18
20	2	5	8	11	14	17	20	23	26	30	33	37	40	44	48	51	20
+22	6 2	6 6	6 9	6 12	6 16	6 19	6 22	6 26	6 29	6 33	6 37	6 41	6 44	6 48	6 53	6 57	−22
24	2	6	10	13	17	21	24	28	32	36	40	44	49	53	58	7 2	24
26	2	6	10	14	18	22	26	31	35	39	44	48	53	58	7 3	8	26
28	2	7	11	15	20	24	29	33	38	42	48	53	58	7 3	9	14	28
30	2	7	11	16	21	26	31	36	41	46	51	57	7 2	8	14	21	30
+32	6 2	6 7	6 12	6 18	6 23	6 28	6 33	6 38	6 44	6 50	6 55	7 1	7 7	7 14	7 21	7 28	−32
34	3	8	13	19	24	30	36	41	47	53	7 0	6	13	20	27	35	34
36	3	8	14	20	26	32	38	44	51	57	4	11	19	26	34	43	36
38	3	9	15	22	28	34	41	48	55	7 2	9	17	25	33	42	51	38
40	3	9	16	23	30	37	44	51	59	6	14	22	31	40	50	8 0	40
+42	6 3	6 10	6 17	6 25	6 32	6 39	6 47	6 55	7 3	7 11	7 20	7 29	7 38	7 48	7 58	8 10	−42
44	3	11	18	26	34	42	51	59	7	16	26	35	46	56	8 7	20	44
46	3	11	20	28	37	45	55	7 3	12	22	32	43	54	8 5	18	32	46
48	3	12	21	30	39	48	58	8	18	28	39	50	8 3	15	29	45	48
+50	6 3	6 13	6 22	6 32	6 42	6 52	7 2	7 13	7 24	7 35	7 47	7 59	8 12	8 27	8 42	9 0	−50
	0° 0	0° −2	0° −4	0° −6	0° −8	0° −10	0° −12	0° −14	0° −16	0° −18	0° −20	0° −22	0° −24	0° −26	0° −28	0° −30	φ \ δ

7. Halbe Tagbogen (Schluß).

δ \ φ	+30°	+32°	+34°	+36°	+38°	+40°	+42°	+44°	+46°	+48°	+50°	+52°	+54°	+56°	+58°	+60°	
0	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	0
−50	3 11	2 54	2 33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+50
48	25	3 10	52	2 31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48
46	37	24	3 9	51	2 31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46
44	48	36	23	3 7	50	2 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44
42	59	47	35	22	3 7	50	2 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42
−40	4 8	3 58	3 47	3 34	3 21	3 7	2 50	2 30	—	—	—	—	—	—	—	—	+40
38	16	4 7	57	46	34	21	3 7	50	2 31	—	—	—	—	—	—	—	38
36	24	16	4 7	57	46	34	22	3 7	51	2 31	—	—	—	—	—	—	36
34	31	24	16	4 7	57	46	35	23	3 9	52	2 33	—	—	—	—	—	34
32	38	31	24	16	4 7	58	47	36	24	3 10	54	2 34	—	—	—	—	32
−30	4 45	4 38	4 31	4 24	4 16	4 8	3 59	3 48	3 37	3 25	3 11	2 55	2 36	—	—	—	+30
28	51	45	39	32	25	17	4 9	4 0	50	40	28	3 14	2 57	2 38	—	—	28
26	57	52	46	40	34	27	19	11	4 3	53	42	30	3 17	3 1	2 42	—	26
24	5 3	4 58	53	48	42	35	29	22	14	4 5	56	46	34	20	3 5	2 45	24
22	9	5 4	5 0	55	49	44	38	32	25	17	4 9	4 0	50	38	24	3 9	22
−20	5 14	5 10	5 6	5 2	4 57	4 52	4 47	4 41	4 35	4 28	4 21	4 13	4 4	3 54	3 43	3 29	+20
18	19	16	12	8	5 4	59	55	50	45	39	33	26	18	4 9	4 0	48	18
16	24	21	18	15	11	5 7	5 3	59	54	49	44	38	31	24	15	4 6	16
14	29	27	24	21	18	15	11	5 7	5 3	59	54	49	44	37	30	23	14
12	34	32	30	27	25	22	19	16	12	5 9	5 5	5 0	56	51	45	38	12
−10	5 39	5 37	5 35	5 33	5 31	5 29	5 26	5 24	5 21	5 18	5 15	5 11	5 8	5 3	4 59	4 53	+10
8	44	43	41	39	37	36	34	32	30	27	25	22	19	16	5 12	5 8	8
6	49	47	46	45	44	43	41	40	38	36	35	33	30	28	25	22	6
4	53	52	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	40	38	36	4
− 2	5 58	5 57	5 57	5 57	5 56	5 56	5 56	5 55	5 55	5 54	5 54	5 53	5 53	5 52	5 51	5 50	+ 2
0	6 2	6 2	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	6 3	6 4	6 4	6 4	6 4	0
+ 2	6 7	6 7	6 8	6 8	6 9	6 9	6 10	6 11	6 11	6 12	6 13	6 14	6 15	6 16	6 17	6 18	− 2
4	11	12	13	13	15	16	17	18	20	21	22	24	26	28	30	32	4
6	16	18	19	20	22	23	25	26	28	30	32	34	37	40	43	46	6
8	21	23	24	26	28	30	32	34	37	39	42	45	48	52	56	7 1	8
10	26	28	30	32	34	37	39	42	45	48	52	56	7 0	7 5	7 10	16	10
+12	6 31	6 33	6 36	6 38	6 41	6 44	6 47	6 51	6 55	6 58	7 2	7 7	7 12	7 18	7 24	7 31	−12
14	36	38	41	44	48	51	55	59	7 3	7 8	13	18	24	31	39	47	14
16	41	44	47	51	55	59	7 3	7 7	12	18	24	30	37	45	54	8 4	16
18	46	50	53	57	7 2	7 6	11	16	22	28	35	42	51	8 0	8 10	22	18
20	51	55	7 0	7 4	9	14	20	26	32	39	47	55	8 5	15	28	42	20
+22	6 57	7 1	7 6	7 11	7 17	7 22	7 29	7 35	7 43	7 50	7 59	8 9	8 20	8 32	8 47	9 4	−22
24	7 2	7	13	19	25	31	38	45	54	8 3	8 12	24	36	51	9 8	29	24
26	8	14	20	26	33	40	48	56	8 5	15	27	39	54	9 11	33	10 0	26
28	14	21	27	34	42	49	58	8 7	18	29	42	57	9 14	35	10 2	42	28
30	21	28	35	43	51	8 0	8 9	20	31	44	59	9 17	38	10 4	10 43	—	30
+32	7 28	7 35	7 43	7 51	8 1	8 11	8 21	8 33	8 46	9 1	9 19	9 39	10 6	10 44	—	—	−32
34	35	43	52	8 1	11	22	34	47	9 3	20	41	10 8	10 46	—	—	—	34
36	43	52	8 1	11	23	35	48	9 4	21	42	10 9	10 47	—	—	—	—	36
38	51	8 1	11	23	35	49	9 4	22	43	10 10	10 48	—	—	—	—	—	38
40	8 0	11	22	35	49	9 5	23	44	10 10	10 48	—	—	—	—	—	—	40
+42	8 10	8 21	8 34	8 49	9 5	9 23	9 44	10 11	10 48	—	—	—	—	—	—	—	−42
44	20	33	48	9 4	22	44	10 11	10 48	—	—	—	—	—	—	—	—	44
46	32	46	9 3	21	43	10 10	10 48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46
48	45	9 2	20	42	10 10	10 48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48
+50	9 0	9 19	9 41	10 9	10 48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−50
	−30°	−32°	−34°	−36°	−38°	−40°	−42°	−44°	−46°	−48°	−50°	−52°	−54°	−56°	−58°	−60°	φ \ δ

8. Stundenwinkel im Ersten Vertikal.

φ / δ	+20°	+22°	+24°	+26°	+28°	+30°	+32°	+34°	+36°	+38°	+40°	
o	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	o
o	6 o	6 o	6 o	6 o	6 o	6 o	6 o	6 o	6 o	6 o	6 o	o
+ 1	5 49	5 50	5 51	5 52	5 52	5 53	5 54	5 54	5 54	5 55	5 55	— 1
2	38	40	42	44	45	46	47	48	49	50	50	2
3	27	30	33	35	37	39	41	42	43	45	46	3
4	16	20	24	27	29	32	34	36	38	39	41	4
+ 5	5 4	5 10	5 15	5 19	5 22	5 25	5 28	5 30	5 32	5 34	5 36	— 5
6	4 53	5 0	5 6	10	14	18	21	24	27	29	31	6
7	42	4 49	4 56	5 1	5 6	11	15	18	21	24	26	7
8	30	39	46	4 53	4 59	5 4	8	12	15	19	21	8
9	18	28	37	44	51	4 56	5 1	5 6	10	13	16	9
+10	4 5	4 17	4 27	4 35	4 43	4 49	4 54	4 59	5 4	5 8	5 11	—10
11	3 51	4 5	17	26	34	41	47	53	4 58	5 2	6	11
12	37	3 53	4 6	16	26	34	40	47	52	4 57	5 1	12
13	22	41	3 55	4 7	17	26	33	40	46	51	4 56	13
14	3 7	28	44	3 57	4 8	18	26	33	40	46	51	14
+15	2 50	3 14	3 32	3 47	3 59	4 9	4 18	4 26	4 33	4 40	4 46	—15
16	32	3 0	20	36	49	4 1	11	19	27	34	40	16
17	2 11	2 43	3 6	25	40	3 52	4 3	12	20	28	35	17
18	1 48	26	2 52	13	29	43	3 55	4 5	14	22	29	18
19	1 17	2 6	37	3 1	18	34	46	3 57	7	15	23	19
+20	o o	1 42	2 20	2 47	3 7	3 24	3 37	3 49	4 0	4 9	4 17	—20
21	—	1 13	2 2	32	2 55	13	28	41	3 52	4 2	11	21
22	—	o o	1 40	2 16	42	3 2	19	33	45	3 55	4 5	22
23	—	—	1 10	1 57	28	2 51	3 9	24	37	48	3 58	23
24	—	—	o o	1 37	2 13	38	2 58	15	29	41	52	24
+25	—	—	—	1 9	1 55	2 24	2 47	3 5	3 20	3 33	3 45	—25
26	—	—	—	o o	34	2 9	35	2 55	11	25	38	26
27	—	—	—	—	1 7	1 52	21	44	3 2	17	30	27
28	—	—	—	—	o o	32	2 7	32	2 52	3 8	23	28
29	—	—	—	—	—	1 5	1 50	19	41	2 59	15	29
+30	—	—	—	—	—	o o	1 30	2 5	2 30	2 49	3 6	—30
31	—	—	—	—	—	—	1 4	1 48	17	39	2 57	31
32	—	—	—	—	—	—	o o	28	2 3	28	47	32
33	—	—	—	—	—	—	—	1 3	1 47	15	37	33
34	—	—	—	—	—	—	—	o o	27	2 1	26	34
+35	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2	1 45	2 14	—35
36	—	—	—	—	—	—	—	—	o o	26	2 o	36
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 1	1 44	37
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o o	26	38
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 1	39
+40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	o o	—40
	—20°	—22°	—24°	—26°	—28°	—30°	—32°	—34°	—36°	—38°	—40°	δ / φ

8. Stundenwinkel im Ersten Vertikal (Schluß).

δ \ φ	+40°	+42°	+44°	+46°	+48°	+50°	+52°	+54°	+56°	+58°	+60°	
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	
0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	6 0	0
+ 1	5 55	5 56	5 56	5 56	5 56	5 57	5 57	5 57	5 57	5 57	5 58	— 1
2	50	51	52	52	53	53	54	54	55	55	55	2
3	46	47	48	48	49	50	51	51	52	52	53	3
4	41	42	43	45	46	47	47	48	49	50	51	4
+ 5	5 36	5 38	5 39	5 41	5 42	5 43	5 44	5 45	5 46	5 47	5 48	— 5
6	31	33	35	37	38	40	41	42	44	45	46	6
7	26	29	31	33	35	36	38	40	41	42	44	7
8	21	24	27	29	31	33	35	37	38	40	41	8
9	16	19	22	25	27	29	32	34	35	37	39	9
+10	5 11	5 15	5 18	5 21	5 23	5 26	5 28	5 31	5 33	5 35	5 37	—10
11	6	10	14	17	20	22	25	28	30	32	34	11
12	5 1	5	9	13	16	19	22	24	27	29	32	12
13	4 56	5 1	5	8	12	15	18	21	24	27	29	13
14	51	4 56	5 0	4	8	12	15	18	21	24	27	14
+15	4 46	4 51	4 56	5 0	5 4	5 8	5 12	5 15	5 18	5 21	5 24	—15
16	40	46	51	4 56	5 0	4	8	12	15	19	22	16
17	35	41	46	51	4 56	5 1	5	9	12	16	19	17
18	29	35	41	47	52	4 57	5 1	5	9	13	17	18
19	23	30	36	42	48	53	4 58	5 2	6	10	14	19
+20	4 17	4 25	4 31	4 38	4 43	4 49	4 54	4 59	5 3	5 7	5 11	—20
21	11	19	26	33	39	45	50	55	5 0	4	9	21
22	4 5	13	21	28	35	41	46	52	4 57	5 2	6	22
23	3 58	7	16	23	30	37	43	48	53	4 58	3	23
24	52	4 1	10	18	25	32	39	45	50	55	5 0	24
+25	3 45	3 55	4 5	4 13	4 21	4 28	4 35	4 41	4 47	4 52	4 58	—25
26	38	49	3 59	8	16	23	30	37	43	49	55	26
27	30	42	53	4 2	11	19	26	33	40	46	52	27
28	23	35	46	3 56	6	14	22	29	36	42	48	28
29	15	28	40	50	4 1	9	18	25	32	39	45	29
+30	3 6	3 20	3 33	3 44	3 55	4 4	4 13	4 21	4 28	4 35	4 42	—30
31	2 57	13	26	38	49	3 59	8	17	24	32	39	31
32	47	3 4	19	32	43	54	4 3	12	20	28	35	32
33	37	2 55	11	25	37	48	3 58	8	16	24	32	33
34	26	46	3 3	17	30	42	53	4 3	12	20	28	34
+35	2 14	2 36	2 54	3 10	3 24	3 36	3 48	3 58	4 8	4 16	4 25	—35
36	2 0	25	45	3 2	17	30	42	53	4 3	12	21	36
37	1 44	2 13	35	2 53	9	23	36	48	3 58	8	17	37
38	26	1 59	24	44	3 1	16	30	42	53	4 3	13	38
39	1 1	44	2 12	34	2 53	9	23	36	48	3 59	9	39
+40	0 0	1 25	1 59	2 23	2 44	3 1	3 16	3 30	3 42	3 54	4 4	—40
41	—	1 0	43	2 12	34	2 53	9	23	36	49	4 0	41
42	—	0 0	25	1 58	23	44	3 1	17	30	43	3 55	42
43	—	—	1 0	43	2 11	34	2 53	10	24	38	50	43
44	—	—	0 0	25	1 58	23	44	3 2	17	32	44	44
+45	—	—	—	1 0	1 43	2 12	2 34	2 54	3 10	3 25	3 39	—45
46	—	—	—	0 0	25	1 59	24	45	3 3	19	33	46
47	—	—	—	—	1 0	44	2 12	35	2 55	12	27	47
48	—	—	—	—	0 0	25	1 59	25	46	3 4	20	48
49	—	—	—	—	—	1 1	44	13	36	2 56	13	49
+50	—	—	—	—	—	0 0	1 26	2 0	2 26	2 47	3 6	—50
51	—	—	—	—	—	—	1 1	1 45	14	38	2 58	51
52	—	—	—	—	—	—	0 0	26	2 1	28	49	52
53	—	—	—	—	—	—	—	1 1	1 46	16	40	53
54	—	—	—	—	—	—	—	0 0	27	2 3	30	54
+55	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2	1 47	2 18	—55
56	—	—	—	—	—	—	—	—	0 0	28	2 5	56
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 3	1 49	57
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 0	30	58
59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 4	59
+60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 0	—60
	−40°	−42°	−44°	−46°	−48°	−50°	−52°	−54°	−56°	−58°	−60°	φ \ δ

9. Zenitdistanz im Ersten Vertikal.

φ / δ	+20°	+22°	+24°	+26°	+28°	+30°	+32°	+34°	+36°	+38°	+40°	
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0
+ 1	87.1	87.3	87.5	87.7	87.9	88.0	88.1	88.2	88.3	88.4	88.5	— 1
2	84.2	84.7	85.1	85.5	85.7	86.0	86.2	86.4	86.6	86.8	86.9	2
3	81.2	82.0	82.6	83.1	83.6	84.0	84.3	84.6	84.9	85.1	85.3	3
4	78.3	79.3	80.1	80.8	81.5	82.0	82.4	82.8	83.2	83.5	83.8	4
+ 5	75.3	76.5	77.6	78.5	79.3	80.0	80.5	81.0	81.5	81.9	82.2	— 5
6	72.3	73.8	75.1	76.3	77.1	77.9	78.6	79.2	79.8	80.2	80.6	6
7	69.1	71.0	72.5	73.9	75.0	75.9	76.7	77.4	78.0	78.6	79.1	7
8	66.0	68.2	69.9	71.5	72.8	73.8	74.8	75.6	76.3	76.9	77.5	8
9	62.8	65.3	67.4	69.1	70.5	71.8	72.8	73.8	74.6	75.3	75.9	9
+10	59.5	62.4	64.7	66.7	68.3	69.7	70.9	71.9	72.8	73.6	74.3	—10
11	56.1	59.4	62.0	64.3	66.0	67.6	68.9	70.1	71.1	71.9	72.7	11
12	52.5	56.3	59.3	61.7	63.7	65.4	66.9	68.2	69.3	70.3	71.1	12
13	48.8	53.1	56.4	59.1	61.4	63.3	64.9	66.3	67.5	68.6	69.5	13
14	45.0	49.8	53.5	56.5	59.0	61.1	62.8	64.4	65.7	66.9	67.9	14
+15	40.8	46.3	50.5	53.8	56.5	58.8	60.8	62.4	63.9	65.1	66.3	—15
16	36.3	42.7	47.4	51.1	54.1	56.5	58.7	60.5	62.0	63.4	64.6	16
17	31.2	38.7	44.0	48.2	51.5	54.2	56.5	58.5	60.2	61.7	63.0	17
18	25.3	34.4	40.6	45.2	48.8	51.8	54.3	56.5	58.3	59.9	61.3	18
19	18.0	29.5	36.9	42.2	46.1	49.4	52.1	54.4	56.4	58.1	59.6	19
+20	0.0	24.0	32.8	38.8	43.2	46.8	49.8	52.3	54.4	56.3	57.9	—20
21	—	16.8	28.3	35.2	40.2	44.2	47.5	50.1	52.4	54.4	56.1	21
22	—	0.0	22.9	31.3	37.0	41.5	45.0	47.9	50.4	52.5	54.4	22
23	—	—	16.2	27.0	33.7	38.6	42.5	45.7	48.3	50.6	52.6	23
24	—	—	0.0	22.0	30.0	35.6	39.9	43.4	46.2	48.6	50.8	24
+25	—	—	—	15.4	25.9	32.4	37.1	40.9	44.0	46.6	48.9	—25
26	—	—	—	0.0	20.9	28.8	34.2	38.4	41.8	44.6	47.0	26
27	—	—	—	—	14.9	24.8	31.1	35.7	39.4	42.5	45.1	27
28	—	—	—	—	0.0	20.1	27.6	32.9	37.0	40.3	43.1	28
29	—	—	—	—	—	14.2	23.8	29.9	34.4	38.0	41.0	29
+30	—	—	—	—	—	0.0	19.3	26.6	31.7	35.7	38.9	—30
31	—	—	—	—	—	—	13.6	22.9	28.8	33.2	36.7	31
32	—	—	—	—	—	—	0.0	18.6	25.6	30.6	34.5	32
33	—	—	—	—	—	—	—	13.1	22.1	27.8	32.1	33
34	—	—	—	—	—	—	—	0.0	17.9	24.7	29.6	34
+35	—	—	—	—	—	—	—	—	12.6	21.3	26.8	—35
36	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	17.3	23.9	36
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.1	20.6	37
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	16.7	38
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.7	39
+40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	—40
	−20°	−22°	−24°	−26°	−28°	−30°	−32°	−34°	−36°	−38°	−40°	δ / φ

9. Zenitdistanz im Ersten Vertikal (Schluß).

δ \ φ	+40°	+42°	+44°	+46°	+48°	+50°	+52°	+54°	+56°	+58°	+60°	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0
+ 1	88.5	88.5	88.6	88.6	88.7	88.7	88.7	88.8	88.8	88.8	88.9	— 1
2	86.9	87.0	87.1	87.2	87.3	87.4	87.5	87.5	87.6	87.6	87.7	2
3	85.3	85.5	85.7	85.8	86.0	86.1	86.2	86.3	86.4	86.5	86.5	3
4	83.8	84.0	84.2	84.4	84.6	84.8	84.9	85.1	85.2	85.3	85.4	4
+ 5	82.2	82.5	82.8	83.0	83.3	83.5	83.7	83.8	84.0	84.1	84.2	— 5
6	80.6	81.0	81.4	81.7	81.9	82.2	82.4	82.6	82.8	82.9	83.1	6
7	79.1	79.5	79.9	80.3	80.6	80.9	81.1	81.3	81.6	81.7	81.9	7
8	77.5	78.0	78.5	78.9	79.2	79.5	79.8	80.1	80.3	80.6	80.8	8
9	75.9	76.5	77.0	77.4	77.9	78.2	78.6	78.9	79.1	79.4	79.6	9
+10	74.3	75.0	75.5	76.0	76.5	76.9	77.3	77.6	77.9	78.2	78.4	—10
11	72.7	73.4	74.1	74.6	75.1	75.6	76.0	76.4	76.7	77.0	77.3	11
12	71.1	71.9	72.6	73.2	73.8	74.3	74.7	75.1	75.5	75.8	76.1	12
13	69.5	70.4	71.1	71.8	72.4	72.9	73.4	73.9	74.3	74.6	75.0	13
14	67.9	68.8	69.6	70.4	71.0	71.6	72.1	72.6	73.0	73.4	73.8	14
+15	66.3	67.3	68.1	68.9	69.6	70.3	70.8	71.4	71.8	72.2	72.6	—15
16	64.6	65.7	66.6	67.5	68.2	68.9	69.5	70.1	70.6	71.0	71.4	16
17	63.0	64.1	65.1	66.0	66.8	67.6	68.2	68.8	69.4	69.8	70.3	17
18	61.3	62.5	63.6	64.6	65.4	66.2	66.9	67.6	68.1	68.6	69.1	18
19	59.6	60.9	62.1	63.1	64.0	64.9	65.6	66.3	66.9	67.4	67.9	19
+20	57.9	59.3	60.5	61.6	62.6	63.5	64.3	65.0	65.6	66.2	66.7	—20
21	56.1	57.6	59.0	60.1	61.2	62.1	63.0	63.7	64.4	65.0	65.6	21
22	54.4	56.0	57.4	58.6	59.7	60.7	61.6	62.4	63.1	63.8	64.4	22
23	52.6	54.3	55.8	57.1	58.3	59.3	60.3	61.1	61.9	62.6	63.2	23
24	50.8	52.6	54.2	55.6	56.8	57.9	58.9	59.8	60.6	61.4	62.0	24
+25	48.9	50.8	52.5	54.0	55.3	56.5	57.6	58.5	59.4	60.1	60.8	—25
26	47.0	49.1	50.9	52.5	53.9	55.1	56.2	57.2	58.1	58.9	59.6	26
27	45.1	47.3	49.2	50.9	52.4	53.7	54.8	55.9	56.8	57.6	58.4	27
28	43.1	45.5	47.5	49.3	50.8	52.2	53.4	54.5	55.5	56.4	57.2	28
29	41.0	43.6	45.7	47.6	49.3	50.7	52.0	53.2	54.2	55.1	56.0	29
+30	38.9	41.7	44.0	46.0	47.7	49.3	50.6	51.8	52.9	53.9	54.7	—30
31	36.7	39.7	42.2	44.3	46.1	47.8	49.2	50.5	51.6	52.6	53.5	31
32	34.5	37.6	40.3	42.6	44.5	46.2	47.7	49.1	50.3	51.3	52.3	32
33	32.1	35.5	38.4	40.8	42.9	44.7	46.3	47.7	48.9	50.1	51.0	33
34	29.6	33.3	36.4	39.0	41.2	43.1	44.8	46.3	47.6	48.8	49.8	34
+35	26.8	31.0	34.3	37.1	39.5	41.5	43.3	44.9	46.2	47.4	48.5	—35
36	23.9	28.6	32.2	35.2	37.7	39.9	41.8	43.4	44.9	46.1	47.3	36
37	20.6	25.9	30.0	33.2	35.9	38.2	40.2	41.9	43.5	44.8	46.0	37
38	16.7	23.1	27.6	31.1	34.1	36.5	38.6	40.5	42.1	43.5	44.7	38
39	11.7	19.9	25.1	29.0	32.1	34.8	37.0	38.9	40.6	42.1	43.4	39
+40	0.0	16.1	22.3	26.7	30.1	33.0	35.3	37.4	39.2	40.7	42.1	—40
41	—	11.4	19.2	24.2	28.0	31.1	33.6	35.8	37.7	39.3	40.8	41
42	—	0.0	15.6	21.5	25.8	29.1	31.9	34.2	36.2	37.9	39.4	42
43	—	—	11.0	18.6	23.4	27.1	30.1	32.5	34.7	36.5	38.1	43
44	—	—	0.0	15.1	20.8	24.9	28.2	30.8	33.1	35.0	36.7	44
+45	—	—	—	10.6	17.9	22.6	26.2	29.1	31.5	33.5	35.3	—45
46	—	—	—	0.0	14.5	20.1	24.1	27.2	29.8	32.0	33.8	46
47	—	—	—	—	10.2	17.3	21.9	25.3	28.1	30.4	32.4	47
48	—	—	—	—	0.0	14.1	19.4	23.3	26.3	28.8	30.9	48
49	—	—	—	—	—	9.9	16.7	21.1	24.4	27.1	29.4	49
+50	—	—	—	—	—	0.0	13.6	18.8	22.5	25.4	27.8	—50
51	—	—	—	—	—	—	9.6	16.2	20.4	23.6	26.2	51
52	—	—	—	—	—	—	0.0	13.1	18.1	21.7	24.5	52
53	—	—	—	—	—	—	—	9.3	15.6	19.7	22.8	53
54	—	—	—	—	—	—	—	0.0	12.6	17.4	20.9	54
+55	—	—	—	—	—	—	—	—	8.9	15.0	18.9	—55
56	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	12.1	16.8	56
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.5	14.4	57
58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	11.7	58
59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.1	59
+60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0	—60
	—40°	—42°	—44°	—46°	—48°	—50°	—52°	—54°	—56°	—58°	—60°	δ − / φ

10. Verwandlung der Thermometer- und Barometer-Skalen.

Réaumur	Celsius	Fahrenheit	Celsius	Fahrenheit	Celsius	Pariser Zoll und Linien	Millimeter	Englische Zoll	Millimeter
o	o	o	o	o	o	″ ‴	mm	″	mm
± o	± 0.00	— 60	— 51.1	+ 32	+ 0.0	11 0	297.8	12.0	304.8
1	1.25	58	50.0	34	1.1	12 0	324.8	13.0	330.2
2	2.50	56	48.9	36	2.2	13 0	351.9	14.0	355.6
3	3.75	54	47.8	38	3.3	14 0	379.0	15.0	381.0
4	5.00	52	46.7	40	4.4	15 0	406.0		
								16.0	406.4
5	6.25	— 50	— 45.6	+ 42	+ 5.6	16 0	433.1	17.0	431.8
6	7.50	48	44.4	44	6.7	17 0	460.2	18.0	457.2
7	8.75	46	43.3	46	7.8	18 0	487.3	19.0	482.6
8	10.00	44	42.2	48	8.9	19 0	514.3	20.0	508.0
9	11.25	42	41.1	50	10.0	20 0	541.4		
								21.0	533.4
10	12.50	— 40	— 40.0	+ 52	+ 11.1	21 0	568.5	22.0	558.8
11	13.75	38	38.9	54	12.2	22 0	595.5	23.0	584.2
12	15.00	36	37.8	56	13.3	23 0	622.6	24.0	609.6
13	16.25	34	36.7	58	14.4	24 0	649.7	25.0	635.0
14	17.50	32	35.6	60	15.6	25 0	676.7		
								26.0	660.4
15	18.75	— 30	— 34.4	+ 62	+ 16.7	26 0	703.8	27.0	685.8
16	20.00	28	33.3	64	17.8			28.0	711.2
17	21.25	26	32.2	66	18.9	27 0	730.9		
18	22.50	24	31.1	68	20.0	1	733.1	29.0	736.6
19	23.75	22	30.0	70	21.1	2	735.4	29.1	739.1
						3	737.7	29.2	741.7
20	25.00	— 20	— 28.9	+ 72	+ 22.2	4	739.9	29.3	744.2
21	26.25	18	27.8	74	23.3	5	742.2	29.4	746.7
22	27.50	16	26.7	76	24.4				
23	28.75	14	25.6	78	25.6	27 6	744.4	29.5	749.3
24	30.00	12	24.4	80	26.7	7	746.7	29.6	751.8
						8	748.9	29.7	754.4
25	31.25	— 10	— 23.3	+ 82	+ 27.8	9	751.2	29.8	756.9
26	32.50	8	22.2	84	28.9	10	753.4	29.9	759.4
27	33.75	6	21.1	86	30.0	11	755.7		
28	35.00	4	20.0	88	31.1			30.0	762.0
29	36.25	2	18.9	90	32.2	28 0	758.0	30.1	764.5
						1	760.2	30.2	767.1
30	37.50	0	— 17.8	+ 92	+ 33.3	2	762.5	30.3	769.6
31	38.75			94	34.4	3	764.7	30.4	772.1
32	40.00	+ 2	16.7	96	35.6	4	767.0		
33	41.25	4	15.6	98	36.7	5	769.2	30.5	774.7
34	42.50	6	14.4	100	37.8			30.6	777.2
		8	13.3			28 6	771.5	30.7	779.8
35	43.75	10	12.2	+ 102	+ 38.9	7	773.7	30.8	782.3
36	45.00			104	40.0	8	776.0	30.9	784.8
37	46.25	+ 12	— 11.1	106	41.1	9	778.3		
38	47.50	14	10.0	108	42.2	10	780.5	31.0	787.4
39	48.75	16	8.9	110	43.3	11	782.8	31.1	789.9
		18	7.8					31.2	792.5
40	50.00	20	6.7	+ 112	+ 44.4	29 0	785.0	31.3	795.0
				114	45.6	1	787.3		
		+ 22	— 5.6	116	46.7	2	789.5		
		24	4.4	118	47.8	3	791.8		
		26	3.3	120	48.9	4	794.1		
		28	2.2						
		30	1.1	+ 122	+ 50.0				
		+ 32	— 0.0						

II. Reduktion des Quecksilberbarometers auf 0° (Messingskala).

t° C	460mm	480mm	500mm	520mm	540mm	560mm	580mm	600mm	620mm	t° C
0	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	0
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1
2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2
3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3
4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4
5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	5
6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	6
7	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	7
8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	8
9	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	9
10	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	10
11	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	11
12	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	12
13	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	13
14	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	14
15	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	15
16	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	16
17	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	17
18	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	18
19	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	19
20	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	20
21	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	21
22	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	22
23	1.7	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	23
24	1.8	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	24
25	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	25
26	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	26
27	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	27
28	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.8	28
29	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	29
30	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	30
31	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	31
32	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	32
33	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	33
34	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	34
35	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	35
36	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	36
37	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	3.6	3.7	37
38	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8	38
39	2.9	3.0	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	39
40	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	3.6	3.8	3.9	4.0	40

Die Verbesserung der Barometerablesung ist { negativ / positiv } für { positive / negative } Thermometerstände.

II. Reduktion des Quecksilberbarometers auf 0° (Messingskala) (Schluß).

t° C	620mm	640mm	660mm	680mm	700mm	720mm	740mm	760mm	780mm	t° C
0	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	0
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	2
3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	3
4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4
5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	5
6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	6
7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	7
8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	8
9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	9
10	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	10
11	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	11
12	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	12
13	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	13
14	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	14
15	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	15
16	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	16
17	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	17
18	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.3	18
19	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	19
20	2.0	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	20
21	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.4	2.5	2.6	2.6	21
22	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	22
23	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	23
24	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	24
25	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1	25
26	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	26
27	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	27
28	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	28
29	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	29
30	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	30
31	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	31
32	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	32
33	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	33
34	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	34
35	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	35
36	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	36
37	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	37
38	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	38
39	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	39
40	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	40

Die Verbesserung der Barometerablesung ist { negativ / positiv } für { positive / negative } Thermometerstände.

12. Verwandlung von Graden und Minuten in Sekunden.

0°	0″	0′	0″	45′	2700″
1	3 600	1	60	46	2760
2	7 200	2	120	47	2820
3	10 800	3	180	48	2880
4	14 400	4	240	49	2940
5	18 000	5	300	50	3000
6	21 600	6	360	51	3060
7	25 200	7	420	52	3120
8	28 800	8	480	53	3180
9	32 400	9	540	54	3240
10	36 000	10	600	55	3300
20	72 000	11	660	56	3360
30	108 000	12	720	57	3420
40	144 000	13	780	58	3480
50	180 000	14	840	59	3540
60	216 000	15	900	60	3600
70	252 000	16	960		
80	288 000	17	1020		
90	324 000	18	1080		
100	360 000	19	1140		
110	396 000	20	1200		
120	432 000	21	1260		
130	468 000	22	1320		
140	504 000	23	1380		
150	540 000	24	1440		
160	576 000	25	1500		
170	612 000	26	1560		
180	648 000	27	1620		
190	684 000	28	1680		
200	720 000	29	1740		
210	756 000	30	1800		
220	792 000	31	1860		
230	828 000	32	1920		
240	864 000	33	1980		
250	900 000	34	2040		
260	936 000	35	2100		
270	972 000	36	2160		
280	1 008 000	37	2220		
290	1 044 000	38	2280		
300	1 080 000	39	2340		
310	1 116 000	40	2400		
320	1 152 000	41	2460		
330	1 188 000	42	2520		
340	1 224 000	43	2580		
350	1 260 000	44	2640		
360	1 296 000	45	2700		

13a. Mittlere Refraktion.

Bar. 760 mm, Therm. + 10° C.

Scheinbare ZD	Mittlere Refraktion	Scheinbare ZD	Mittlere Refraktion	Scheinbare ZD	Mittlere Refraktion	Scheinbare ZD	Mittlere Refraktion	Scheinbare ZD	Mittlere Refraktion
0°	0′ 0″	45°	0′ 58″	68° 0′	2′ 23′	80° 0′	5′ 19″	88° 0′	18′18″
1	1	46	1 0	20	26	10	5 24	10	19 8
2	2	47	2	40	28	20	5 29	20	20 2
3	3	48	5	69 0	31	30	5 35	30	21 1
4	4	49	7	20	33	40	5 41	40	22 7
5	0 5	50	1 9	40	36	50	5 46	50	23 19
6	6	51	12	70 0	2 39	81 0	5 52	89 0	24 37
7	7	52	14	20	42	10	5 59	10	26 3
8	8	53	17	40	45	20	6 5	20	27 36
9	9	54	20	71 0	48	30	6 12	30	29 18
10	0 10	55	1 23	20	51	40	6 19	40	31 9
11	11			40	54	50	6 26	50	33 11
12	12	56 0′	1 26	72 0	2 57	82 0	6 33	90 0	35 24
13	13	20	27	20	3 1	10	6 41		
14	15	40	28	40	4	20	6 49		
		57 0	29	73 0	8	30	6 57		
15	0 16	20	31	20	12	40	7 5		
16	17	40	32	40	16	50	7 14		
17	18								
18	19	58 0	1 33	74 0	3 20	83 0	7 24		
19	20	20	34	20	25	10	7 33		
		40	35	40	29	20	7 43		
20	0 21	59 0	37	75 0	34	30	7 54		
21	22	20	38	20	39	40	8 5		
22	24	40	39	40	44	50	8 16		
23	25								
24	26	60 0	1 41	76 0	3 49	84 0	8 28		
		20	42	10	52	10	8 40		
25	0 27	40	43	20	55	20	8 53		
26	28	61 0	45	30	3 58	30	9 7		
27	30	20	46	40	4 1	40	9 21		
28	31	40	48	50	4	50	9 36		
29	32								
		62 0	1 49	77 0	4 7	85 0	9 52		
30	0 34	20	51	10	10	10	10 8		
31	35	40	52	20	13	20	10 26		
32	36	63 0	54	30	17	30	10 45		
33	38	20	55	40	20	40	11 4		
34	39	40	57	50	24	50	11 24		
35	0 41	64 0	1 59	78 0	4 27	86 0	11 45		
36	42	20	2 1	10	31	10	12 7		
37	44	40	2	20	35	20	12 30		
38	45	65 0	4	30	39	30	12 55		
39	47	20	6	40	43	40	13 22		
		40	8	50	47	50	13 51		
40	0 49								
41	51	66 0	2 10	79 0	4 51	87 0	14 22		
42	52	20	12	10	4 55	10	14 55		
43	54	40	14	20	5 0	20	15 31		
44	56	67 0	16	30	4	30	16 9		
		20	19	40	9	40	16 49		
45	0 58	40	21	50	14	50	17 32		
		68 0	2 23	80 0	5 19	88 0	18 18		

13b. Verbesserung der mittleren Refraktion wegen Lufttemperatur.

Temperatur C	Mittlere Refraktion 0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′	Temperatur C
— 40°	0″	+13″	26″	39″	53″	67″	81″	96″	112″	129″	146″	164″	— 40°
35	0	+11	23	34	46	59	71	85	99	114	128	144	35
30	0	+10	20	30	40	51	62	74	86	99	112	125	30
25	0	+ 8	17	26	35	44	53	63	74	84	96	107	25
— 20	0	+ 7	14	22	29	37	45	53	62	71	80	90	— 20
— 18	0	+ 7	13	20	27	34	41	49	57	65	74	83	— 18
16	0	+ 6	12	18	25	31	38	45	52	60	68	77	16
14	0	+ 6	11	17	23	29	35	41	48	55	62	70	14
12	0	+ 5	10	15	21	26	32	38	44	50	57	64	12
— 10	0	+ 5	9	14	19	24	29	34	40	45	51	58	— 10
— 9	0	+ 4	9	13	18	22	27	32	37	43	48	54	— 9
8	0	+ 4	8	12	17	21	25	30	35	40	46	51	8
7	0	+ 4	8	12	16	20	24	28	33	38	43	48	7
6	0	+ 3	7	11	15	18	22	26	31	35	40	45	6
— 5	0	+ 3	7	10	14	17	21	25	29	33	38	42	— 5
— 4	0	+ 3	6	9	13	16	20	23	27	31	35	39	— 4
3	0	+ 3	6	9	12	15	18	22	25	29	32	36	3
2	0	+ 3	5	8	11	14	17	20	23	26	30	33	2
— 1	0	+ 2	5	8	10	13	15	18	21	24	27	31	— 1
0	0	+ 2	4	7	9	11	14	16	19	22	25	28	0
+ 1	0	+ 2	4	6	8	10	12	15	17	20	22	25	+ 1
2	0	+ 2	3	5	7	9	11	13	15	17	20	22	2
3	0	+ 2	3	5	6	8	10	11	13	15	17	19	3
+ 4	0	+ 1	3	4	5	7	8	10	11	13	15	16	+ 4
+ 5	0	+ 1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	14	+ 5
6	0	+ 1	2	3	4	4	5	6	7	9	10	11	6
7	0	+ 1	1	2	3	3	4	5	6	6	7	8	7
8	0	+ 0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	8
+ 9	0	+ 0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	+ 9
+ 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+ 10
11	0	— 0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	11
12	0	— 0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	12
13	0	— 1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	8	13
+ 14	0	— 1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	11	+ 14
+ 15	0	— 1	2	3	4	5	7	8	9	10	12	13	+ 15
16	0	— 1	3	4	5	6	8	9	11	12	14	16	16
17	0	— 1	3	4	6	7	9	11	12	14	16	18	17
18	0	— 2	3	5	7	9	10	12	14	16	18	21	18
+ 19	0	— 2	4	6	8	10	12	14	16	18	21	23	+ 19
+ 20	0	— 2	4	6	8	11	13	15	18	20	23	26	+ 20
21	0	— 2	4	7	9	12	14	17	19	22	25	28	21
22	0	— 2	5	7	10	13	15	18	21	24	27	31	22
23	0	— 3	5	8	11	14	17	20	23	26	29	33	23
+ 24	0	— 3	6	9	12	15	18	21	24	28	32	35	+ 24
+ 25	0	— 3	6	9	12	16	19	22	26	30	34	38	+ 25
26	0	— 3	6	10	13	17	20	24	28	32	36	40	26
27	0	— 3	7	10	14	18	21	25	29	34	38	43	27
28	0	— 4	7	11	15	18	22	27	31	35	40	45	28
+ 29	0	— 4	8	11	15	19	24	28	33	37	42	47	+ 29
+ 30	0	— 4	8	12	16	20	25	29	34	39	44	49	+ 30
35	0	— 5	10	15	20	25	31	36	42	48	54	61	35
+ 40	0	— 6	12	18	23	30	36	43	50	57	64	72	+ 40

13c. Verbesserung der mittleren Refraktion wegen Luftdruck.

Luftdruck mm	Mittlere Refraktion + Verbesserung wegen Lufttemperatur												Luftdruck mm
	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′	
400	0″	—28″	57″	85″	114″	143″	171″	200″	229″	258″	287″	316″	400
450	0	—24	49	73	98	123	147	172	197	222	247	272	450
500	0	—21	41	62	82	103	124	145	165	186	207	229	500
550	0	—17	33	50	66	83	100	117	134	151	168	185	550
600	0	—13	25	38	51	63	76	89	102	115	128	141	600
610	0	—12	24	36	48	59	71	83	95	108	120	132	610
620	0	—11	22	33	44	55	66	78	89	100	112	123	620
630	0	—10	21	31	41	52	62	72	83	93	104	114	630
640	0	— 9	19	29	38	48	57	67	76	86	96	106	640
650	0	— 9	17	26	35	44	52	61	70	79	88	97	650
660	0	— 8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	660
670	0	— 7	14	21	29	36	43	50	57	65	72	79	670
680	0	— 6	13	19	25	32	38	44	51	57	64	71	680
690	0	— 6	11	17	22	28	33	39	45	50	56	62	690
700	0	— 5	9	14	19	24	29	33	38	43	48	53	700
705	0	— 4	9	13	17	22	26	31	35	40	44	49	705
710	0	— 4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	710
715	0	— 4	7	11	14	18	22	25	29	32	36	40	715
720	0	— 3	6	9	13	16	19	22	26	29	32	35	720
725	0	— 3	6	8	11	14	17	20	23	25	28	31	725
730	0	— 2	5	7	10	12	14	17	19	22	24	26	730
732	0	— 2	4	7	9	11	13	16	18	20	22	25	732
734	0	— 2	4	6	8	10	12	14	17	19	21	23	734
736	0	— 2	4	6	8	10	11	13	15	17	19	21	736
738	0	— 2	3	5	7	9	10	12	14	16	18	19	738
740	0	— 2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	18	740
742	0	— 1	3	4	6	7	9	10	11	13	14	16	742
744	0	— 1	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	744
746	0	— 1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	746
748	0	— 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	748
750	0	— 1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	9	750
752	0	— 1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	752
754	0	— 0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	754
756	0	— 0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	756
758	0	— 0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	758
760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	760
762	0	+ 0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	762
764	0	+ 0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	764
766	0	+ 0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	766
768	0	+ 1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	768
770	0	+ 1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	9	770
772	0	+ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	772
774	0	+ 1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	774
776	0	+ 1	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	776
778	0	+ 1	3	4	6	7	9	10	11	13	14	16	778
780	0	+ 2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	18	780
785	0	+ 2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	785
790	0	+ 2	5	7	10	12	14	17	19	22	24	26	790
795	0	+ 3	6	8	11	14	17	20	23	25	28	31	795
800	0	+ 3	6	10	13	16	19	23	26	29	32	36	800

13d. Logarithmische Refraktionstafel für große Zenitdistanzen.

Bar. 751.5 mm, Therm. + 9°3 C.

Scheinbare ZD	log α tang z	A	λ	Scheinbare ZD	log α tang z	A	λ
85° 0′	2.7672	1.013	1.124	86° 20′	2.8709	1.019	1.183
	23				29		
2	7695		125	22	8738		185
	24				28		
4	7719		126	24	8766		187
	24				29		
6	7743		127	26	8795		189
	24				29		
8	7767		128	28	8824		191
	24				30		
85 10	2.7791	1.013	1.129	86 30	2.8854	1.020	1.193
	24				29		
12	7815		131	32	8883		195
	24				29		
14	7839		132	34	8912		198
	25				30		
16	7864		133	36	8942		200
	24				30		
18	7888		134	38	8972		202
	25				30		
85 20	2.7913	1.014	1.136	86 40	2.9002	1.021	1.204
	24				30		
22	7937		137	42	9032		206
	25				31		
24	7962		138	44	9063		208
	25				30		
26	7987		140	46	9093		211
	25				31		
28	8012		141	48	9124		213
	26				31		
85 30	2.8038	1.015	1.142	86 50	2.9155	1.023	1.215
	25				31		
32	8063		144	52	9186		218
	25				31		
34	8088		145	54	9217		220
	26				31		
36	8114		147	56	9248		223
	25				32		
38	8139		148	58	9280		225
	26				31		
85 40	2.8165	1.016	1.149	87 0	2.9311	1.024	1.228
	26				32		
42	8191		151	2	9343		230
	26				32		
44	8217		152	4	9375		233
	26				32		
46	8243		154	6	9407		236
	27				33		
48	8270		155	8	9440		238
	26				32		
85 50	2.8296	1.016	1.157	87 10	2.9472	1.026	1.241
	27				33		
52	8323		159	12	9505		244
	26				33		
54	8349		160	14	9538		247
	27				33		
56	8376		162	16	9571		249
	27				34		
58	8403		164	18	9605		252
	27				33		
86 0	2.8430	1.017	1.165	87 20	2.9638	1.027	1.255
	28				34		
2	8458		167	22	9672		258
	27				34		
4	8485		169	24	9706		261
	27				34		
6	8512		170	26	9740		265
	28				34		
8	8540		172	28	9774		268
	28				35		
86 10	2.8568	1.018	1.174	87 30	2.9809	1.029	1.271
	28				34		
12	8596		176	32	9843		274
	28				35		
14	8624		178	34	9878		277
	28				35		
16	8652		179	36	9913		280
	28				36		
18	8680		181	38	9949		284
	29				35		
86 20	2.8709	1.019	1.183	87 40	2.9984	1.031	1.287

$$\log \text{Refr.} = \log (\alpha \operatorname{tg} z) + A \log B + \lambda \log \gamma$$

13 d. Logarithmische Refraktionstafel für große Zenitdistanzen

(Schluß).

Scheinbare ZD	log α tang z	A	λ	Scheinbare ZD	log α tang z	A	λ
87° 40′	2.9984 36	1.031	1.287	88° 50′	3.1374 45	1.050	1.443
42	3.0020 36		291	52	1419 44		449
44	0056 37		294	54	1463 45		455
46	0093 36		298	56	1508 46		461
48	0129 36		301	58	1554 45		467
87 50	3.0165 37	1.033	1.305	89 0	3.1599 46	1.054	1.473
52	0202 37		309	2	1645 46		479
54	0239 37		312	4	1691 47		485
56	0276 38		316	6	1738 47		492
58	0314 38		320	8	1785 47		498
88 0	3.0352 38	1.036	1.324	89 10	3.1832 47	1.058	1.505
2	0390 38		328	12	1879 48		512
4	0428 39		332	14	1927 48		518
6	0467 38		336	16	1975 48		525
8	0505 39		340	18	2023 49		532
88 10	3.0544 39	1.038	1.344	89 20	3.2072 49	1.063	1.539
12	0583 39		349	22	2121 49		546
14	0622 40		353	24	2170 50		554
16	0662 40		357	26	2220 50		561
18	0702 40		362	28	2270 51		568
88 20	3.0742 40	1.041	1.366	89 30	3.2321 50	1.068	1.576
22	0782 40		371	32	2371 51		584
24	0822 41		376	34	2422 52		592
26	0863 41		380	36	2474 51		600
28	0904 42		385	38	2525 52		608
88 30	3.0946 41	1.044	1.390	89 40	3.2577 53	1.073	1.616
32	0987 42		395	42	2630 53		624
34	1029 42		400	44	2683 53		632
36	1071 43		405	46	2736 53		641
38	1114 43		411	48	2789 54		650
88 40	3.1157 43	1.047	1.416	89 50	3.2843 55	1.079	1.658
42	1200 43		421	52	2898 54		667
44	1243 43		427	54	2952 55		676
46	1286 44		432	56	3007 56		686
48	1330 44		438	58	3063 56		695
88 50	3.1374	1.050	1.443	90 0	3.3119	1.086	1.705

$$\log \text{Refr.} = \log (\alpha \operatorname{tg} z) + A \log B + \lambda \log \gamma$$

13 e. Logarithmische Verbesserung der Refraktion wegen Luftdruck.

Einheiten der IV. Dezimale.

Barometer mm	log B	Barometer mm	log B	Barometer mm	log B
500	−1770 (IV)	600	− 978 (IV)	690	−371 (IV)
502	1752 (18)	602	963 (15)	692	358 (13)
504	1735 (17)	604	949 (14)	694	346 (12)
506	1718 (17)	606	935 (14)	696	333 (13)
508	1701 (17)	608	920 (15)	698	321 (12)
510	−1684 (17)	610	− 906 (14)	700	−308 (13)
512	1667 (17)	612	892 (14)	702	296 (12)
514	1650 (17)	614	878 (14)	704	284 (12)
516	1633 (17)	616	864 (14)	706	271 (13)
518	1616 (17)	618	849 (15)	708	259 (12)
520	−1599 (16)	620	− 835 (14)	710	−247 (12)
522	1583 (17)	622	821 (14)	712	234 (13)
524	1566 (16)	624	807 (14)	714	222 (12)
526	1550 (17)	626	794 (13)	716	210 (12)
528	1533 (16)	628	780 (14)	718	198 (12)
530	−1517 (17)	630	− 766 (14)	720	−186 (12)
532	1500 (16)	632	752 (14)	722	174 (12)
534	1484 (16)	634	738 (13)	724	162 (12)
536	1468 (16)	636	725 (14)	726	150 (12)
538	1452 (17)	638	711 (14)	728	138 (12)
540	−1435 (16)	640	− 697 (13)	730	−126 (12)
542	1419 (16)	642	684 (14)	732	114 (12)
544	1403 (16)	644	670 (13)	734	102 (11)
546	1387 (15)	646	657 (13)	736	91 (12)
548	1372 (16)	648	644 (14)	738	79 (12)
550	−1356 (16)	650	− 630 (13)	740	− 67 (12)
552	1340 (16)	652	617 (13)	742	55 (11)
554	1324 (15)	654	604 (14)	744	44 (12)
556	1309 (16)	656	590 (13)	746	32 (12)
558	1293 (15)	658	577 (13)	748	20 (11)
560	−1278 (16)	660	− 564 (13)	750	− 9 (12)
562	1262 (16)	662	551 (13)	752	+ 3 (11)
564	1246 (15)	664	538 (13)	754	14 (12)
566	1231 (15)	666	525 (13)	756	26 (11)
568	1216 (16)	668	512 (13)	758	37 (12)
570	−1200 (15)	670	− 499 (13)	760	+ 49 (11)
572	1185 (15)	672	486 (13)	762	60 (12)
574	1170 (15)	674	473 (13)	764	72 (11)
576	1155 (15)	676	460 (13)	766	83 (11)
578	1140 (15)	678	447 (13)	768	94 (12)
580	−1125 (15)	680	− 434 (13)	770	+106 (11)
582	1110 (15)	682	421 (12)	772	117 (11)
584	1095 (15)	684	409 (13)	774	128 (11)
586	1080 (15)	686	396 (12)	776	139 (11)
588	1065 (14)	688	384 (13)	778	150 (12)
590	−1051 (15)	690	− 371	780	+162
592	1036 (15)				
594	1021 (14)				
596	1007 (15)				
598	992 (14)				
600	− 978				

$$\log \text{Refr.} = \log (\alpha \operatorname{tg} z) + A \log B + \lambda \log \gamma$$

13f. Logarithmische Verbesserung der Refraktion wegen Lufttemperatur.

Einheiten der IV. Dezimale.

Thermometer C	log γ	Thermometer C	log γ
— 50°	+ 1018 IV	— 5°	+ 225 IV
49	999 19	4	209 16
48	980 19	3	193 16
47	961 19	2	177 16
46	942 19	— 1	161 16
— 45	+ 923 19	0	+ 145 16
44	904 19	+ 1	129 16
43	885 19	2	113 15
42	866 18	3	98 16
41	848 19	4	82 16
— 40	+ 829 19	+ 5	+ 66 15
39	810 18	6	51 16
38	792 18	7	35 15
37	774 19	8	20 15
36	755 18	9	+ 5 16
— 35	+ 737 18	+ 10	— 11 15
34	719 18	11	26 15
33	701 18	12	41 15
32	683 18	13	56 15
31	665 17	14	71 15
— 30	+ 648 18	+ 15	— 86 15
29	630 18	16	101 15
28	612 17	17	116 15
27	595 18	18	131 15
26	577 17	19	146 15
— 25	+ 560 18	+ 20	— 161 14
24	542 17	21	175 15
23	525 17	22	190 15
22	508 17	23	205 14
21	491 18	24	219 15
— 20	+ 473 17	+ 25	— 234 14
19	456 17	26	248 15
18	439 17	27	263 14
17	422 16	28	277 14
16	406 17	29	291 15
— 15	+ 389 17	+ 30	— 306 14
14	372 16	31	320 14
13	356 17	32	334 14
12	339 17	33	348 14
11	322 16	34	362 14
— 10	+ 306 16	+ 35	— 376
9	290 17		
8	273 16		
7	257 16	log Refr. =	
6	241 16	$\log(\alpha \operatorname{tg} z) + A \log B + \lambda \log \gamma$	
— 5	+ 225		

13g. Mittlere Refraktion als Funktion der wahren Zenitdistanz.

Bar. 760 mm, Therm. + 10° C.

Wahre ZD	Mittlere Refraktion	Wahre ZD	Mittlere Refraktion	Wahre ZD	Mittlere Refraktion
70° 0′	2′ 39″	80° 0′	5′ 16″	87° 0′	13′ 40″
20	42	10	5 21	10	14 9
40	45	20	5 26	20	14 41
71 0	48	30	5 32	30	15 14
20	50	40	5 38	40	15 48
40	2 53	50	5 43	50	16 25
72 0	2 56	81 0	5 49	88 0	17 3
20	3 0	10	5 55	10	17 44
40	3	20	6 1	20	18 27
73 0	7	30	6 8	30	19 13
20	11	40	6 15	40	20 4
40	3 15	50	6 21	50	20 58
74 0	3 19	82 0	6 28	89 0	21 56
20	24	10	6 36	10	23 0
40	28	20	6 44	20	24 7
75 0	33	30	6 51	30	25 20
20	38	40	6 59	40	26 40
40	3 43	50	7 8	50	28 7
76 0	3 48	83 0	7 17	90 0	29 42
10	51	10	7 26		
20	54	20	7 36		
30	3 57	30	7 46		
40	4 0	40	7 57		
50	4 3	50	8 8		
77 0	4 6	84 0	8 19		
10	9	10	8 30		
20	12	20	8 42		
30	15	30	8 55		
40	18	40	9 8		
50	4 22	50	9 22		
78 0	4 25	85 0	9 37		
10	29	10	9 52		
20	33	20	10 8		
30	37	30	10 25		
40	41	40	10 43		
50	4 45	50	11 2		
79 0	4 48	86 0	11 22		
10	52	10	11 42		
20	4 57	20	12 3		
30	5 1	30	12 25		
40	6	40	12 49		
50	5 11	50	13 14		
80 0	5 16	87 0	13 40		

Für ZD < 70° gilt die Tafel 13a mit dem Argument Wahre ZD.

14. Refraktionstafel für Mikrometermessungen.

Wahre ZD	$\log \varkappa_0$	A_0	λ_0	Wahre ZD	$\log \varkappa_0$	A_0	λ_0
0°	6.4458			80° 0′	6.3947	0.994	1.099
10	4458			10	3931	994	102
20	4456			20	3914	994	105
30	4452			30	3895	993	108
40	6.4446			40	3876	993	112
42	4444			50	3856	993	115
44	4442			81 0	6.3836	0.993	1.119
46	4439		1.005	10	3816	992	123
48	4436		006	20	3795	992	127
50	6.4433		1.006	30	3774	992	132
52	4429		007	40	3752	991	136
54	4425		008	50	3728	991	141
56	4419		010	82 0	6.3702	0.991	1.146
58	4412		012	10	3674	990	151
60	6.4404		1.014	20	3643	990	156
61	4400		015	30	3611	989	161
62	4395		016	40	3578	989	167
63	4390		017	50	3544	988	172
64	4384		019	83 0	6.3508	0.987	1.178
65	6.4378		1.020	10	3469	986	183
66	4370		022	20	3427	985	188
67	4361		024	30	3382	984	193
68	4351		026	40	3334	983	199
69	4339		028	50	3284	982	204
70	6.4326		1.031	84 0	6.3231	0.981	1.209
71	4311		034	10	3174	980	214
72	4292		037	20	3115	979	219
73	4271		040	30	3052	977	224
74	4246		043	40	2987	976	228
75° 0′	6.4218		1.047	50	2919	974	232
20	4210		049	85 0	6.2847	0.973	1.237
40	4200		052				
76 0	6.4188		1.054				
20	4174		057				
40	4160		059				
77 0	4145	0.997	062				
20	4130	997	066				
40	4114	996	069				
78 0	6.4097	0.996	1.073				
20	4078	996	076				
40	4056	996	080				
79 0	4032	995	085				
20	4005	995	089				
40	3976	995	094				
80 0	6.3947	0.994	1.099				

$$\log \varkappa = \log \varkappa_0 + A_0 \log B + \lambda_0 \log \gamma$$

15a. Kimmtiefe $k = 1'779 \sqrt{h}$.

h	k		h	k		h	k	
m			m			m		
0.0	0'0	13	10.0	5'6	2	20	8'0	
0.5	1.3	5	10.5	5.8	1	30	9.7	1.7
1.0	1.8	4	11.0	5.9	1	40	11.3	1.6
1.5	2.2		11.5	6.0		50	12.6	1.3
		3			2			
2.0	2.5	3	12.0	6.2	1	60	13.8	1.2
2.5	2.8	3	12.5	6.3	1	70	14.9	1.1
3.0	3.1	2	13.0	6.4	1	80	15.9	1.0
3.5	3.3		13.5	6.5		90	16.9	1.0
		3			2			0.9
4.0	3.6	2	14.0	6.7	1	100	17.8	
4.5	3.8	2	14.5	6.8	1	200	25.2	7.4
5.0	4.0	2	15.0	6.9	1	300	30.8	5.6
5.5	4.2		15.5	7.0		400	35.6	4.8
		2			1	500	39.8	4.2
6.0	4.4	1	16.0	7.1	1			3.8
6.5	4.5	2	16.5	7.2	1	600	43.6	
7.0	4.7	2	17.0	7.3	1	700	47.1	3.5
7.5	4.9		17.5	7.4		800	50.3	3.2
		1			1	900	53.4	3.1
8.0	5.0	2	18.0	7.5	1	1000	56.3	2.9
8.5	5.2	1	18.5	7.6	2			
9.0	5.3	2	19.0	7.8	1			
9.5	5.5		19.5	7.9				
		1			1			
10.0	5.6		20.0	8.0				

15b. Verbesserung $\Delta k = 0'37 (t_w - t_L)$ der mittleren Kimmtiefe wegen Differenz der Wasser- und Lufttemperatur.

$t_w - t_L$	Δk	$t_w - t_L$
0°C	0'0	0°C
+ 1	+ 0.4 4 —	— 1
2	0.7 3	2
3	1.1 4	3
+ 4	+ 1.5 4 —	— 4
	4	
+ 5	+ 1.9 —	— 5
6	2.2 3	6
7	2.6 4	7
8	3.0 4	8
+ 9	+ 3.3 3 —	— 9
	4	
+10	+ 3.7 —	—10

t_w Wassertemperatur
t_L Lufttemperatur

16a. Zur Reduktion auf den Meridian: $m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

t	0^m	1^m	2^m	3^m	4^m	5^m	6^m	7^m	8^m
0s	0″0	2″0	7″8	17″7	31″4	49″1	70″7	96″2	125″6
	0	2	8	18	31	49	71	97	126 1.1
2	0.0	2.1	8.1	18.1	31.9	49.7	71.5	97.1	126.7 1.0
	0	1	3	4	5	7	8	9	127 1.1
4	0.0	2.2	8.4	18.5	32.5	50.4	72.3	98.0	127.7 1.1
	0	2	3	4	6	7	8	10	128 1.1
6	0.0	2.4	8.7	18.9	33.0	51.1	73.1	99.0	128.8 1.1
	0	2	3	4	5	6	8	9	129 1.0
8	0.0	2.5	8.9	19.3	33.5	51.7	73.9	99.9	129.9
	0	2	3	4	6	7	8	9	130 1.1
10	0.0	2.7	9.2	19.7	34.1	52.4	74.7	100.8	130.9 1.1
	1	2	3	4	5	7	8	10	131 1.1
12	0.1	2.8	9.5	20.1	34.6	53.1	75.5	101.8	132.0 1.1
	0	3	3	4	6	7	8	9	133 1.1
14	0.1	3.0	9.8	20.5	35.2	53.8	76.3	102.7	133.1 1.1
	0	2	3	5	5	7	8	10	134 1.1
16	0.1	3.2	10.1	21.0	35.7	54.5	77.1	103.7	134.2 1.1
	0	2	3	5	6	7	8	9	135 1.0
18	0.2	3.3	10.4	21.4	36.3	55.2	77.9	104.6	135.3
	0	2	3	4	6	6	8	10	136 1.1
20	0.2	3.5	10.7	21.8	36.9	55.8	78.7	105.6	136.3 1.1
	1	2	3	4	5	7	9	10	137 1.1
22	0.3	3.7	11.0	22.2	37.4	56.5	79.6	106.6	137.4 1.1
	0	2	3	5	6	7	8	9	138 1.1
24	0.3	3.9	11.3	22.7	38.0	57.2	80.4	107.5	138.5 1.1
	1	1	3	4	6	8	9	10	139 1.1
26	0.4	4.0	11.6	23.1	38.6	58.0	81.3	108.5	139.6 1.1
	0	2	3	5	6	7	8	10	140 1.1
28	0.4	4.2	11.9	23.6	39.2	58.7	82.1	109.5	140.7
	1	2	4	4	6	7	8	9	141 1.2
30	0.5	4.4	12.3	24.0	39.8	59.4	82.9	110.4	141.8
	1	2	3	5	6	7	9	10	142 1.1
32	0.6	4.6	12.6	24.5	40.4	60.1	83.8	111.4	143.0 1.1
	0	2	3	5	6	7	9	10	144 1.1
34	0.6	4.8	12.9	25.0	41.0	60.8	84.7	112.4	144.1 1.1
	1	2	4	5	6	8	8	10	145 1.1
36	0.7	5.0	13.3	25.5	41.6	61.6	85.5	113.4	145.2 1.1
	1	2	3	4	6	7	9	10	146 1.2
38	0.8	5.2	13.6	25.9	42.2	62.3	86.4	114.4	146.3
	1	2	4	5	6	7	9	10	147 1.1
40	0.9	5.4	14.0	26.4	42.8	63.0	87.3	115.4	147.5 1.1
	1	3	3	5	6	8	8	10	148 1.1
42	1.0	5.7	14.3	26.9	43.4	63.8	88.1	116.4	148.6 1.1
	1	2	4	5	6	7	9	10	149 1.2
44	1.1	5.9	14.7	27.4	44.0	64.5	89.0	117.4	149.7 1.2
	1	2	3	5	6	8	9	10	150 1.1
46	1.2	6.1	15.0	27.9	44.6	65.3	89.9	118.4	150.9 1.1
	1	3	4	5	6	7	9	10	151 1.2
48	1.3	6.4	15.4	28.4	45.2	66.0	90.8	119.4	152.0
	1	2	4	5	7	8	9	11	153 1.2
50	1.4	6.6	15.8	28.9	45.9	66.8	91.7	120.5	153.2
	1	2	3	5	6	8	9	10	154 1.2
52	1.5	6.8	16.1	29.4	46.5	67.6	92.6	121.5	154.4 1.1
	1	3	4	5	6	7	9	10	155 1.2
54	1.6	7.1	16.5	29.9	47.1	68.3	93.5	122.5	155.5 1.2
	1	2	4	5	7	8	9	11	156 1.1
56	1.7	7.3	16.9	30.4	47.8	69.1	94.4	123.6	156.7 1.1
	1	3	4	5	6	8	9	10	157 1.2
58	1.8	7.6	17.3	30.9	48.4	69.9	95.3	124.6	157.8
	2	2	4	5	7	8	9	10	158
60	2.0	7.8	17.7	31.4	49.1	70.7	96.2	125.6	159.0

16b. $n = \frac{2 \sin^4 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

t	0^m	1^m	2^m	3^m	4^m	5^m	6^m	7^m	8^m
0s	0″00	0″00	0″00	0″00	0″00	0″01	0″01	0″02	0″04
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06

$$\varphi = \delta + z - A \cdot m + A^2 \cdot \operatorname{cotg} z_o \cdot n$$

$$A = \cos \varphi \cos \delta \operatorname{cosec} z_o$$

16a. Zur Reduktion auf den Meridian: $m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

(Fortsetzung).

t	9^m	10^m	11^m	12^m	13^m	14^m	15^m	16^m
0s	159″0	196″3	237″5	282″7	331″7	384″7	441″6	502″5
	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1
2	160.2	197.6	239.0	284.3	333.4	386.6	443.6	504.6
	1.2	1.3	1.4	1.5	1.8	1.8	2.0	2.1
4	161.4	198.9	240.4	285.8	335.2	388.4	445.6	506.7
	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1
6	162.6	200.3	241.9	287.4	336.9	390.2	447.5	508.8
	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1
8	163.8	201.6	243.3	289.0	338.6	392.1	449.5	510.9
	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1
10	165.0	202.9	244.8	290.6	340.3	393.9	451.5	513.0
	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1
12	166.2	204.2	246.2	292.2	342.0	395.8	453.5	515.1
	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.8	2.0	2.1
14	167.4	205.6	247.7	293.8	343.8	397.6	455.5	517.2
	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1
16	168.6	206.9	249.2	295.4	345.5	399.5	457.5	519.3
	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2
18	169.8	208.3	250.7	297.0	347.2	401.4	459.5	521.5
	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1
20	171.0	209.6	252.2	298.6	349.0	403.3	461.5	523.6
	1.2	1.4	1.4	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1
22	172.2	211.0	253.6	300.2	350.7	405.1	463.5	525.7
	1.3	1.3	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.2
24	173.5	212.3	255.1	301.8	352.5	407.0	465.5	527.9
	1.2	1.4	1.5	1.7	1.7	1.9	2.0	2.1
26	174.7	213.7	256.6	303.5	354.2	408.9	467.5	530.0
	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.2
28	175.9	215.1	258.1	305.1	356.0	410.8	469.5	532.2
	1.3	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1
30	177.2	216.4	259.6	306.7	357.7	412.7	471.5	534.3
	1.2	1 4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2
32	178.4	217.8	261.1	308.4	359.5	414.6	473.6	536.5
	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.2
34	179.7	219.2	262.6	310.0	361.3	416.5	475.6	538.7
	1.2	1.4	1.6	1.6	1.8	1.9	2.0	2.1
36	180.9	220.6	264.2	311.6	363.1	418.4	477.6	540.8
	1.3	1.4	1.5	1.7	1.7	1.9	2.1	2.2
38	182.2	222.0	265.7	313.3	364.8	420.3	479.7	543.0
	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.0	2.2
40	183.5	223.4	267.2	314.9	366.6	422.2	481.7	545.2
	1.2	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2
42	184.7	224.8	268.7	316.6	368.4	424.2	483.8	547.4
	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1
44	186.0	226.2	270.3	318.3	370.2	426.1	485.8	549.5
	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.1	2.2
46	187.3	227.6	271.8	319.9	372.0	428.0	487.9	551.7
	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2
48	188.6	229.0	273.3	321.6	373.8	429.9	490.0	553.9
	1.2	1.4	1.6	1.7	1.8	2.0	2.0	2.2
50	189.8	230.4	274.9	323.3	375.6	431.9	492.0	556.1
	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2
52	191.1	231.8	276.4	325.0	377.4	433.8	494.1	558.3
	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	2.2
54	192.4	233.2	278.0	326.7	379.3	435.8	496.2	560.5
	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.3
56	193.7	234.7	279.6	328.4	381.1	437.7	498.3	562.8
	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2
58	195.0	236.1	281.1	330.0	382.9	439.7	500.4	565.0
	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2
60	196.3	237.5	282.7	331.7	384.7	441.6	502.5	567.2

16b. $n = \frac{2 \sin^4 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

(Fortsetzung).

t	9^m	10^m	11^m	12^m	13^m	14^m	15^m	16^m
0s	0″06	0″09	0″14	0″19	0″27	0″36	0″47	0″61
	1	2	1	3	3	3	5	5
20	0.07	0.11	0.15	0.22	0.30	0.39	0.52	0.66
	1	1	2	2	3	4	4	6
40	0.08	0.12	0.17	0.24	0.33	0.43	0.56	0.72
	1	2	2	3	3	4	5	6
60	0.09	0.14	0.19	0.27	0.36	0.47	0.61	0.78

$$\varphi = \delta + z - A \cdot m + A^2 \cdot \operatorname{cotg} z_0 \cdot n$$

$$A = \cos \varphi \cos \delta \operatorname{cosec} z_0$$

16a. Zur Reduktion auf den Meridian: $m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

(Fortsetzung).

t	17^m	18^m	19^m	20^m	21^m	22^m	23^m	24^m
0s	567″2	635″9	708″4	784″9	865″3	949″6	1037″8	1129″9
	2.2	2.3	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.2
2	569.4	638.2	710.9	787.5	868.1	952.5	1040.8	1133.1
	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1
4	571.6	640.6	713.4	790.1	870.8	955.4	1043.8	1136.2
	2.3	2.3	2.5	2.7	2.8	2.8	3.0	3.2
6	573.9	642.9	715.9	792.8	873.6	958.2	1046.8	1139.4
	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.1	3.1
8	576.1	645.3	718.4	795.4	876.3	961.1	1049.9	1142.5
	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.2
10	578.4	647.7	720.9	798.0	879.1	964.0	1052.9	1145.7
	2.2	2.3	2.5	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
12	580.6	650.0	723.4	800.7	881.9	966.9	1055.9	1148.8
	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.1	3.2
14	582.9	652.4	725.9	803.3	884.6	969.8	1059.0	1152.0
	2.2	2.4	2.5	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2
16	585.1	654.8	728.4	806.0	887.4	972.7	1062.0	1155.2
	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	3.0	3.1	3.2
18	587.4	657.2	730.9	808.6	890.2	975.7	1065.1	1158.4
	2.2	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
20	589.6	659.6	733.5	811.3	893.0	978.6	1068.1	1161.5
	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.1	3.2
22	591.9	662.0	736.0	813.9	895.8	981.5	1071.2	1164.7
	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2
24	594.2	664.4	738.5	816.6	898.6	984.4	1074.2	1167.9
	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2
26	596.5	666.8	741.1	819.3	901.4	987.4	1077.3	1171.1
	2.2	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.2
28	598.7	669.2	743.6	821.9	904.2	990.3	1080.3	1174.3
	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2
30	601.0	671.6	746.2	824.6	907.0	993.2	1083.4	1177.5
	2.3	2.5	2.5	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2
32	603.3	674.1	748.7	827.3	909.8	996.2	1086.5	1180.7
	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2
34	605.6	676.5	751.3	830.0	912.6	999.1	1089.6	1183.9
	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8	3.0	3.0	3.2
36	607.9	678.9	753.8	832.7	915.4	1002.1	1092.6	1187.1
	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	2.9	3.1	3.2
38	610.2	681.3	756.4	835.4	918.3	1005.0	1095.7	1190.3
	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2
40	612.5	683.8	759.0	838.1	921.1	1008.0	1098.8	1193.5
	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2
42	614.8	686.2	761.5	840.8	923.9	1010.9	1101.9	1196.7
	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.3
44	617.2	688.7	764.1	843.5	926.7	1013.9	1105.0	1200.0
	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2
46	619.5	691.1	766.7	846.2	929.6	1016.9	1108.1	1203.2
	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2
48	621.8	693.6	769.3	848.9	932.4	1019.9	1111.2	1206.4
	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.3
50	624.1	696.0	771.9	851.6	935.3	1022.9	1114.3	1209.7
	2.4	2.5	2.6	2.8	2.8	3.0	3.2	3.3
52	626.5	698.5	774.5	854.4	938.1	1025.9	1117.5	1213.0
	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	2.9	3.1	3.2
54	628.8	701.0	777.1	857.1	941.0	1028.8	1120.6	1216.2
	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.3
56	631.2	703.5	779.7	859.8	943.9	1031.8	1123.7	1219.5
	2.3	2.4	2.6	2.8	2.8	3.0	3.1	3.2
58	633.5	705.9	782.3	862.6	946.7	1034.8	1126.8	1222.7
	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.3
60	635.9	708.4	784.9	865.3	949.6	1037.8	1129.9	1226.0

16b. $n = \frac{2 \sin^4 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

(Fortsetzung).

t	17^m	18^m	19^m	20^m	21^m	22^m	23^m	24^m
0s	0″78	0″98	1″22	1″49	1″81	2″19	2″61	3″09
	6	7	8	11	12	13	16	18
20	0.84	1.05	1.30	1.60	1.93	2.32	2.77	3.27
	7	8	10	10	13	14	16	18
40	0.91	1.13	1.40	1.70	2.06	2.46	2.93	3.45
	7	9	9	11	13	15	16	19
60	0.98	1.22	1.49	1.81	2.19	2.61	3.09	3.64

$$\varphi = \delta + z - A \cdot m + A^2 \cdot \operatorname{cotg} z_o \cdot n$$

$$A = \cos \varphi \cos \delta \operatorname{cosec} z_o$$

16 a. Zur Reduktion auf den Meridian: $m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

(Fortsetzung).

t	25^m		26^m		27^m		28^m		29^m		30^m		31^m	
0s	1226″0		1325″9		1429″8		1537″5		1649″1		1764″6		1884″0	
		3.3		3.4		3.5		3.7		3.8		3.9		4.0
2	1229.3		1329.3		1433.3		1541.2		1652.9		1768.5		1888.0	
		3.2		3.4		3.5		3.7		3.8		3.9		4.1
4	1232.5		1332.7		1436.8		1544.9		1656.7		1772.4		1892.1	
		3.3		3.4		3.6		3.6		3.8		3.9		4.0
6	1235.8		1336.1		1440.4		1548.5		1660.5		1776.3		1896.1	
		3.3		3.5		3.5		3.7		3.8		4.0		4.1
8	1239.1		1339.6		1443.9		1552.2		1664.3		1780.3		1900.2	
		3.3		3.4		3.5		3.6		3.8		3.9		4.1
10	1242.4		1343.0		1447.4		1555.8		1668.1		1784.2		1904.3	
		3.3		3.4		3.6		3.7		3.9		4.0		4.1
12	1245.7		1346.4		1451.0		1559.5		1672.0		1788.2		1908.4	
		3.3		3.4		3.5		3.6		3.8		3.9		4.0
14	1249.0		1349.8		1454.5		1563.1		1675.8		1792.1		1912.4	
		3.2		3.5		3.6		3.7		3.8		4.0		4.1
16	1252.2		1353.3		1458.1		1566.8		1679.6		1796.1		1916.5	
		3.3		3.4		3.5		3.7		3.8		3.9		4.1
18	1255.5		1356.7		1461.6		1570.5		1683.4		1800.0		1920.6	
		3.4		3.4		3.6		3.8		3.8		4.0		4.1
20	1258.9		1360.1		1465.2		1574.3		1687.2		1804.0		1924.7	
		3.3		3.5		3.6		3.7		3.8		3.9		4.1
22	1262.2		1363.6		1468.8		1578.0		1691.0		1807.9		1928.8	
		3.3		3.4		3.6		3.7		3.9		4.0		4.1
24	1265.5		1367.0		1472.4		1581.7		1694.9		1811.9		1932.9	
		3.3		3.5		3.6		3.7		3.8		3.9		4.1
26	1268.8		1370.5		1476.0		1585.4		1698.7		1815.8		1937.0	
		3.3		3.4		3.5		3.7		3.9		4.0		4.1
28	1272.1		1373.9		1479.5		1589.1		1702.6		1819.8		1941.1	
		3.4		3.4		3.6		3.7		3.8		4.0		4.1
30	1275.5		1377.3		1483.1		1592.8		1706.4		1823.8		1945.2	
		3.3		3.5		3.6		3.7		3.8		4.0		4.1
32	1278.8		1380.8		1486.7		1596.5		1710.2		1827.8		1949.3	
		3.3		3.5		3.6		3.7		3.9		4.0		4.1
34	1282.1		1384.3		1490.3		1600.2		1714.1		1831.8		1953.4	
		3.4		3.5		3.6		3.8		3.8		4.0		4.2
36	1285.5		1387.8		1493.9		1604.0		1717.9		1835.8		1957.6	
		3.3		3.4		3.6		3.7		3.9		4.0		4.1
38	1288.8		1391.2		1497.5		1607.7		1721.8		1839.8		1961.7	
		3.4		3.5		3.6		3.8		3.9		4.0		4.1
40	1292.2		1394.7		1501.1		1611.5		1725.7		1843.8		1965.8	
		3.3		3.5		3.7		3.7		3.8		4.0		4.1
42	1295.5		1398.2		1504.8		1615.2		1729.5		1847.8		1969.9	
		3.4		3.5		3.6		3.8		3.9		4.0		4.2
44	1298.9		1401.7		1508.4		1619.0		1733.4		1851.8		1974.1	
		3.3		3.5		3.6		3.7		3.9		4.0		4.1
46	1302.2		1405.2		1512.0		1622.7		1737.3		1855.8		1978.2	
		3.4		3.5		3.7		3.7		3.9		4.0		4.2
48	1305.6		1408.7		1515.7		1626.4		1741.2		1859.8		1982.4	
		3.4		3.5		3.6		3.8		3.9		4.0		4.1
50	1309.0		1412.2		1519.3		1630.2		1745.1		1863.8		1986.5	
		3.3		3.5		3.6		3.7		3.9		4.0		4.2
52	1312.3		1415.7		1522.9		1633.9		1749.0		1867.8		1990.7	
		3.4		3.5		3.6		3.8		3.9		4.0		4.1
54	1315.7		1419.2		1526.5		1637.7		1752.9		1871.8		1994.8	
		3.4		3.6		3.7		3.8		3.9		4.1		4.2
56	1319.1		1422.8		1530.2		1641.5		1756.8		1875.9		1999.0	
		3.4		3.5		3.6		3.8		3.9		4.0		4.2
58	1322.5		1426.3		1533.8		1645.3		1760.7		1879.9		2003.2	
		3.4		3.5		3.7		3.8		3.9		4.1		4.2
60	1325.9		1429.8		1537.5		1649.1		1764.6		1884.0		2007.4	

16 b. $n = \frac{2 \sin^4 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

(Fortsetzung).

t	25^m		26^m		27^m		28^m		29^m		30^m		31^m	
0s	3″64		4″26		4″96		5″73		6″59		7″55		8″60	
		20		22		24		28		31		34		38
20	3.84		4.48		5.20		6.01		6.90		7.89		8.98	
		21		23		26		29		32		35		39
40	4.05		4.71		5.46		6.30		7.22		8.24		9.37	
		21		25		27		29		33		36		40
60	4.26		4.96		5.73		6.59		7.55		8.60		9.77	

$$\varphi = \delta + z - A \cdot m + A^2 \cdot \operatorname{cotg} z_0 \cdot n$$

$$A = \cos \varphi \cos \delta \operatorname{cosec} z_0$$

16a. Zur Reduktion auf den Meridian: $m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

(Schluß).

t	32^m	33^m	34^m	35^m	36^m	37^m	38^m	39^m
os	2007″4	2134″6	2265″6	2400″6	2539″5	2682″2	2828″8	2979″3
	4.1	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.1
2	2011.5	2138.9	2270.0	2405.2	2544.2	2687.0	2833.7	2984.4
	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9	5.0	5.1
4	2015.7	2143.2	2274.5	2409.8	2548.9	2691.9	2838.7	2989.5
	4.2	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1
6	2019.9	2147.5	2278.9	2414.3	2553.6	2696.7	2843.6	2994.6
	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.8	5.0	5.1
8	2024.1	2151.8	2283.4	2418.9	2558.3	2701.5	2848.6	2999.7
	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	5.0	5.0
10	2028.3	2156.1	2287.8	2423.5	2563.0	2706.3	2853.6	3004.7
	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	4.9	5.0	5.1
12	2032.5	2160.5	2292.3	2428.1	2567.7	2711.2	2858.6	3009.8
	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9	4.9	5.1
14	2036.7	2164.8	2296.8	2432.7	2572.4	2716.1	2863.5	3014.9
	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.8	5.0	5.2
16	2040.9	2169.1	2301.3	2437.3	2577.1	2720.9	2868.5	3020.1
	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1
18	2045.1	2173.4	2305.8	2441.9	2581.9	2725.8	2873.5	3025.2
	4.2	4.4	4.4	4.6	4.7	4.8	5.0	5.1
20	2049.3	2177.8	2310.2	2446.5	2586.6	2730.6	2878.5	3030.3
	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9	5.0	5.2
22	2053.5	2182.1	2314.7	2451.1	2591.3	2735.5	2883.5	3035.5
	4.3	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1
24	2057.8	2186.5	2319.2	2455.7	2596.1	2740.4	2888.5	3040.6
	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.8	5.0	5.2
26	2062.0	2190.8	2323.7	2460.3	2600.8	2745.2	2893.5	3045.8
	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1
28	2066.2	2195.2	2328.2	2464.9	2605.6	2750.1	2898.5	3050.9
	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9	5.1	5.1
30	2070.4	2199.5	2332.7	2469.5	2610.3	2755.0	2903.6	3056.0
	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.0	5.2
32	2074.7	2203.9	2337.2	2474.2	2615.1	2759.9	2908.6	3061.2
	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	4.9	5.0	5.1
34	2078.9	2208.3	2341.7	2478.8	2619.8	2764.8	2913.6	3066.3
	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1
36	2083.2	2212.7	2346.2	2483.5	2624.6	2769.7	2918.6	3071.4
	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.2
38	2087.4	2217.1	2350.7	2488.1	2629.4	2774.6	2923.6	3076.6
	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1	5.1
40	2091.7	2221.5	2355.2	2492.8	2634.2	2779.5	2928.7	3081.7
	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1
42	2095.9	2225.9	2359.7	2497.4	2639.0	2784.4	2933.7	3086.8
	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2
44	2100.2	2230.3	2364.2	2502.1	2643.8	2789.3	2938.8	3092.0
	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2
46	2104.5	2234.7	2368.7	2506.7	2648.5	2794.2	2943.9	3097.2
	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	5.0	5.0	5.2
48	2108.8	2239.1	2373.3	2511.4	2653.3	2799.2	2948.9	3102.4
	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.0	5.2
50	2113.1	2243.5	2377.8	2516.1	2658.1	2804.1	2953.9	3107.6
	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2
52	2117.4	2247.9	2382.4	2520.8	2662.9	2809.0	2959.0	3112.8
	4.3	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1	5.2
54	2121.7	2252.3	2386.9	2525.4	2667.7	2814.0	2964.1	3118.0
	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2
56	2126.0	2256.7	2391.5	2530.1	2672.5	2818.9	2969.2	3123.2
	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	4.9	5.1	5.2
58	2130.3	2261.1	2396.0	2534.8	2677.3	2823.8	2974.3	3128.4
	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9	5.0	5.0	5.2
60	2134.6	2265.6	2400.6	2539.5	2682.2	2828.8	2979.3	3133.6

16b. $n = \frac{2 \sin^4 \frac{1}{2} t}{\sin 1''}$

(Schluß).

t	32^m	33^m	34^m	35^m	36^m	37^m	38^m	39^m
os	9″77	11″05	12″44	13″97	15″63	17″44	19″40	21″52
	41	45	50	54	59	64	69	74
20	10.18	11.50	12.94	14.51	16.22	18.08	20.09	22.26
	43	46	51	55	60	65	70	76
40	10.61	11.96	13.45	15.06	16.82	18.73	20.79	23.02
	44	48	52	57	62	67	73	78
60	11.05	12.44	13.97	15.63	17.44	19.40	21.52	23.80

$$\varphi = \delta + z - A \cdot m + A^2 \cdot \operatorname{cotg} z_o \cdot n$$

$$A = \cos \varphi \cos \delta \operatorname{cosec} z_o$$

17. Stundenwinkel σ der größten Sonnenhöhe.

$a = 0^s2546 \tan\varphi$ $\quad b = -0^s2546 \tan\delta$

Argum. für a φ	a	b	Argum. für b δ
± 0°	± 0ˢ000	9 ∓	± 0°
2	009	9	2
4	018	9	4
6	027	9	6
8	036	9	8
± 10	± 0.045	9 ∓	± 10
12	054	9	12
14	063	10	14
16	073	10	16
18	083	10	18
± 20	± 0.093	10 ∓	± 20
22	103	10	22
24	113	11	24
26	124	11	
28	135	12	
± 30	± 0.147	12	
32	159	13	
34	172	13	
36	185	14	
38	199	15	
± 40°	± 0.214	7	
41	221	8	
42	229	8	
43	237	9	
44	246	9	
± 45	± 0.255	9	
46	264	9	
47	273	10	
48	283	10	
49	293	10	
± 50	± 0.303	11	
51	314	12	
52	326	12	
53	338	12	
54	350	14	
± 55	± 0.364	14	
56	378	14	
57	392	15	
58	407	17	
59	424	17	
± 60	± 0.441	18	
61	459	20	
62	479	21	
63	500	22	
64	522		

Datum		μ	δ
Januar	1	+ 11″	— 23°
	11	23 12	— 22
	21	33 10	— 20
Februar	1	42 9	— 17
	11	49 7	— 14
	21	+ 54 5	— 11
März	1	+ 57 3	— 8
	11	59 2	— 4
	21	59 0	0
April	1	58 1	+ 4
	11	55 3	+ 8
	21	+ 51 4	+ 12
Mai	1	+ 46 5	+ 15
	11	39 7	+ 18
	21	31 8	+ 20
Juni	1	21 10	+ 22
	11	11 10	+ 23
	21	+ 1 10	+ 23
Juli	1	— 9 10	+ 23
	11	19 10	+ 22
	21	28 9	+ 21
August	1	37 9	+ 18
	11	44 7	+ 15
	21	— 50 6	+ 12
September	1	— 54 4	+ 9
	11	57 3	+ 5
	21	58 1	+ 1
Oktober	1	58 0	— 3
	11	57 1	— 7
	21	— 54 3	— 10
November	1	— 49 5	— 14
	11	42 7	— 17
	21	34 8	— 20
Dezember	1	24 10	— 22
	11	13 11	— 23
	21	— 2 11	— 23
Januar	1	+ 11 13	— 23

$\sigma = (a + b)\,\mu$

σ in Zeitsekunden

18. Höhenparallaxe der Sonne.

Horizontal-Parallaxe	Zenitdistanz															
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	70°	80°	90°
8″8	0″	1″	2″	2″	3″	4″	4″	5″	6″	6″	7″	7″	8″	8″	9″	9″

19. Höhenparallaxe der Planeten.

Horizontal-Parallaxe	Zenitdistanz															
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	70°	80°	90°
0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
4	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4
6	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6
8	0	1	1	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8
10	0	1	2	3	3	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10
12	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12
14	0	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	14
16	0	1	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16
18	0	2	3	5	6	8	9	10	12	13	14	15	16	17	18	18
20	0	2	3	5	7	8	10	11	13	14	15	16	17	19	20	20
22	0	2	4	6	8	9	11	13	14	16	17	18	19	21	22	22
24	0	2	4	6	8	10	12	14	15	17	18	20	21	23	24	24
26	0	2	5	7	9	11	13	15	17	18	20	21	23	24	26	26
28	0	2	5	7	10	12	14	16	18	20	21	23	24	26	28	28
30	0	3	5	8	10	13	15	17	19	21	23	25	26	28	30	30
32	0	3	6	8	11	14	16	18	21	23	25	26	28	30	32	32

20a. Genäherte Polhöhe aus der Zenitdistanz von Polaris.

$R_o = -p_o \cos t$ für $p_o = 4000''$ $\quad \delta_o = +88^\circ 53' 20''$

Stundenwinkel		R_o		Stundenwinkel	
—	+			+	—
$0^h\ 0^m$	$12^h\ 0m$	66!7	1	$12^h\ 0m$	$24^h\ 0m$
10	10	66.6	2	11 50	23 50
20	20	66.4	3	40	40
30	30	66.1	4	30	30
40	40	65.7	6	20	20
50	50	65.1	7	10	10
1 0	13 0	64.4	8	11 0	23 0
10	10	63.6	9	10 50	22 50
20	20	62.7	11	40	40
30	30	61.6	12	30	30
40	40	60.4	13	20	20
50	50	59.1	14	10	10
2 0	14 0	57.7	15	10 0	22 0
10	10	56.2	16	9 50	21 50
20	20	54.6	17	40	40
30	30	52.9	18	30	30
40	40	51.1	19	20	20
50	50	49.2	20	10	10
3 0	15 0	47.2	21	9 0	21 0
10	10	45.1	22	8 50	20 50
20	20	42.9	23	40	40
30	30	40.6	24	30	30
40	40	38.2	24	20	20
50	50	35.8	25	10	10
4 0	16 0	33.3	25	8 0	20 0
10	10	30.8	26	7 50	19 50
20	20	28.2	27	40	40
30	30	25.5	27	30	30
40	40	22.8	28	20	20
50	50	20.0	28	10	10
5 0	17 0	17.2	28	7 0	19 0
10	10	14.4	28	6 50	18 50
20	20	11.6	29	40	40
30	30	8.7	29	30	30
40	40	5.8	29	20	20
50	50	2.9	29	10	10
6 0	18 0	0.0		6 0	18 0
—	+			+	—

$$R = \frac{p}{p_o} R_o \qquad S = \frac{p^2}{p_o^2} S_o$$

$$\varphi = (90^\circ - z) + R + S$$

δ	$\frac{p}{p_o}$
$88^\circ\ 50'$	1.050
51	1.035
52	1.020
53	1.005
54	0.990
55	0.975
56	0.960
57	0.945
58	0.930
88 59	0.915
89 0	0.900

20 b. Genäherte Polhöhe aus der Zenitdistanz von Polaris.

$S_o = \frac{1}{2}\, p_o^2 \sin 1' \operatorname{tang} \varphi \sin^2 t$ für $p_o = 4000''$ $\quad \delta_o = +88^\circ\, 53'\, 20''$

t \ φ	10°	14°	18°	22°	26°	30°	34°	38°	42°	46°	50°	54°	58°	62°	66°	φ \ t
$0^h\ 0^m$ / $12^h\ 0^m$	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	+ 0!0	$12^h\ 0^m$ / $24^h\ 0^m$
30 / 30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11 30 / 23 30
1 0 / 13 0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	11 0 / 23 0
30 / 30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	10 30 / 22 30
2 0 / 14 0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	10 0 / 22 0
30 / 30	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	9 30 / 21 30
3 0 / 15 0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	9 0 / 21 0
30 / 30	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.8	0.9	8 30 / 20 30
4 0 / 16 0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	8 0 / 20 0
30 / 30	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	7 30 / 19 30
5 0 / 17 0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.4	7 0 / 19 0
30 / 30	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	6 30 / 18 30
6 0 / 18 0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	6 0 / 18 0

δ	$\frac{p^2}{p_o^2}$
8° 50′	1.10
51	1.07
52	1.04
53	1.01
54	0.98
55	0.95
56	0.92
57	0.89
58	0.86
8 59	0.84
9 0	0.81

$$R = \frac{p}{p_o} R_o \qquad S = \frac{p^2}{p_o^2} S_o$$

$$\varphi = (90^\circ - z) + R + S$$

21a. Polhöhe aus der Zenitdistanz von Polaris.

$M_o = \frac{1}{2} p_o^2 \sin 1'' \tang \varphi$ für $p_o = 4000''$ $\delta_o = +88^\circ 53' 20''$

φ	M_o	φ	M_o
10°	7″	40°	33″
	1		1
11	8	41	34
	0		1
12	8	42	35
	1		1
13	9	43	36
	1		1
14	10	44	37
	0		2
15	10	45	39
	1		1
16	11	46	40
	1		2
17	12	47	42
	1		1
18	13	48	43
	0		2
19	13	49	45
	1		1
20	14	50	46
	1		2
21	15	51	48
	1		2
22	16	52	50
	0		1
23	16	53	51
	1		2
24	17	54	53
	1		2
25	18	55	55
	1		3
26	19	56	58
	1		2
27	20	57	60
	1		2
28	21	58	62
	0		3
29	21	59	65
	1		2
30	22	60	67
	1		3
31	23	61	70
	1		3
32	24	62	73
	1		3
33	25	63	76
	1		4
34	26	64	80
	1		3
35	27	65	83
	1		4
36	28	66	87
	1		
37	29		
	1		
38	30		
	1		
39	31		
	2		
40°	33		

$$M = \frac{p^2}{p_o^2} M_o \qquad N = \frac{p^3}{p_o^3} N_o$$

$$\varphi = (90^\circ - z) - p \cos t + M \sin^2 t + N$$

δ	$\frac{p^2}{p_o^2}$
88° 50′	1.102
51	1.071
52	1.040
53	1.010
54	0.980
55	0.951
56	0.921
57	0.893
58	0.865
88 59	0.837
89 0	0.810

21b. Polhöhe aus der Zenitdistanz von Polaris.

$N_o = \frac{1}{6} p_o^3 \sin^2 1'' (1 + 3 \tan g^2 \varphi) \sin^2 t \cos t$ für $p_o = 4000''$ $\delta_o = +88^\circ 53' 20''$

δ	$\frac{p^3}{p_o^3}$
88° 50′	1.16
51	1.11
52	1.06
53	1.01
54	0.97
55	0.93
56	0.88
57	0.84
58	0.80
88 59	0.77
89 0	0.73

t \ φ	10°	18°	26°	34°	38°	42°	46°	50°	54°	58°	62°	66°	t \ φ
+		—											—	+
$0^h\ 0^m$	$12^h\ 0^m$	0″0	0″0	0″0	0″0	0″0	0″0	0″0	0″0	0″0	0″0	0″0	$12^h\ 0^m$	$24^h\ 0^m$
30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11 30	23 30
1 0	13 0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3	11 0	23 0
30	30	0	0	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	10 30	22 30
2 0	14 0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	10 0	22 0
30	30	1	1	1	2	2	3	3	4	5	6	0.9	1.1	9 30	21 30
3 0	15 0	1	1	1	2	3	3	4	5	6	8	1.0	1.5	9 0	21 0
30	30	1	1	2	2	3	3	4	5	6	8	1.1	1.5	8 30	20 30
4 0	16 0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.5	8 0	20 0
30	30	1	1	1	2	2	3	3	4	6	7	0.9	1.4	7 30	19 30
5 0	17 0	1	1	1	1	2	2	3	3	4	5	0.7	1.0	7 0	19 0
30	30	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3	0.4	0.5	6 30	18 30
6 0	18 0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6 0	18 0
+	—												—	+

$$M = \frac{P^2}{p_o^2} M_o \qquad N = \frac{p^3}{p_o^3} N_o$$

$$\varphi = (90^\circ - z) - p \cos t + M \sin^2 t + N$$

22. Genähertes Azimut von Polaris.

$\delta_0 = +88^\circ\,53'\,20''$

φ / t	10°	14°	18°	22°	26°	30°	34°	38°	42°	46°	50°	φ / t
—												+
0^h 0^m	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	0′	24^h 0^m
20	6	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	23 40
40	12	12	12	13	13	14	14	15	16	17	18	20
1 0	18	18	18	19	19	20	21	22	24	25	28	23 0
20	23	24	24	25	26	27	28	30	31	33	36	22 40
40	29	29	30	31	32	33	34	36	39	41	45	20
2 0	34	34	35	36	37	39	41	43	46	49	53	22 0
20	39	40	41	42	43	45	47	49	52	56	61	21 40
40	44	44	45	47	48	50	52	55	59	63	68	20
3 0	48	49	50	51	53	54	57	61	64	69	75	21 0
20	52	53	54	55	57	59	62	66	70	75	81	20 40
40	56	57	58	59	61	63	66	70	74	80	86	20
4 0	59	60	61	62	64	67	70	74	78	84	91	20 0
20	61	62	64	65	67	70	73	77	82	88	95	19 40
40	64	65	66	68	70	73	76	80	85	91	98	20
5 0	65	66	68	70	72	75	78	82	87	93	101	19 0
20	67	68	69	71	73	76	79	84	89	95	103	18 40
40	67	68	70	72	74	77	80	84	90	96	104	20
6 0	68	69	70	72	74	77	80	85	90	96	104	18 0
20	67	68	70	72	74	77	80	84	89	95	103	17 40
40	67	68	69	71	73	76	79	83	88	94	102	20
7 0	65	66	67	69	71	74	77	81	86	92	100	17 0
20	64	65	66	67	69	72	75	79	84	90	97	16 40
40	61	62	63	65	67	69	72	76	81	86	93	20
8 0	58	59	61	62	64	66	69	73	77	82	89	16 0
20	55	56	57	59	61	63	65	69	73	78	84	15 40
40	52	53	53	55	57	59	61	64	68	71	78	20
9 0	48	48	49	51	52	54	56	59	63	67	72	15 0
20	43	44	45	46	47	49	51	54	57	61	65	14 40
40	39	39	40	41	42	44	46	48	51	54	58	20
10 0	34	34	35	36	37	38	40	42	44	47	51	14 0
20	28	29	29	30	31	32	34	35	37	40	43	13 40
40	23	23	24	24	25	26	27	29	30	32	35	20
11 0	17	18	18	19	19	20	21	22	23	24	26	13 0
20	12	12	12	12	13	13	14	14	15	16	18	12 40
40	6	6	6	6	6	7	7	7	8	8	9	20
12 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12 0
—												+

Tafelwert A_0 Azimut $= \frac{p}{p_0} \cdot A_0$

δ	$\frac{p}{p_0}$
88° 50′	1.050
51	1.035
52	1.020
53	1.005
54	0.990
55	0.975
56	0.960
57	0.945
58	0.930
88 59	0.915
89 0	0.900

22. Genähertes Azimut von Polaris (Schluß).

$\delta_0 = +\,88^\circ\,53'\,20''$

t \ φ	50°	52°	54°	56°	58°	60°	62°	64°	66°	68°	70°	t \ φ
—												+
$0^h\ 0^m$	o′	o′	o′	o′	o′	o′	o′	o′	o′	o′	o′	$24^h\ 0^m$
20	9	10	10	11	11	12	13	14	15	16	18	23 40
40	18	19	20	21	23	24	26	28	30	33	36	20
1 0	28	29	30	32	34	36	38	41	44	49	53	23 0
20	36	38	40	42	44	47	50	54	59	64	71	22 40
40	45	47	49	52	55	58	62	67	72	79	87	20
2 0	53	55	58	61	65	69	73	79	86	93	102	22 0
20	61	64	67	70	74	79	84	90	98	107	117	21 40
40	68	71	75	78	83	88	94	101	109	119	131	20
3 0	75	78	82	86	91	97	103	111	120	131	144	21 0
20	81	84	88	93	98	105	112	120	130	141	155	20 40
40	86	90	94	99	105	112	119	128	138	150	165	20
4 0	91	95	99	105	111	118	126	135	145	158	174	20 0
20	95	99	104	110	116	123	131	140	151	165	181	19 40
40	98	103	108	113	120	127	135	145	156	170	187	20
5 0	101	105	110	116	123	130	139	149	160	174	191	19 0
20	103	107	112	118	125	132	141	151	163	177	194	18 40
40	104	108	113	119	126	133	142	152	164	178	195	20
6 0	104	108	113	119	126	133	142	152	164	178	195	18 0
20	103	108	113	118	125	132	141	151	162	176	193	17 40
40	102	106	111	117	123	130	139	149	160	173	190	20
7 0	100	104	109	114	120	128	136	145	156	169	185	17 0
20	97	101	106	111	117	124	132	141	151	164	179	16 40
40	93	97	101	107	112	119	127	135	146	158	172	20
8 0	89	92	97	102	107	113	121	129	139	150	164	16 0
20	84	87	91	96	101	107	114	121	131	141	154	15 40
40	78	81	85	90	94	100	106	113	122	132	144	20
9 0	72	75	79	82	87	92	98	104	112	121	132	15 0
20	65	68	71	75	79	83	89	95	102	110	120	14 40
40	58	61	64	67	70	74	79	84	90	98	107	20
10 0	51	53	55	58	61	65	69	73	79	85	93	14 0
20	43	45	47	49	52	54	58	62	66	72	78	13 40
40	35	36	38	40	42	44	47	50	54	58	63	20
11 0	26	27	29	30	32	33	35	38	41	44	48	13 0
20	18	18	19	20	21	22	24	25	27	29	32	12 40
40	9	9	10	10	11	11	12	13	14	15	16	20
12 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12 0
—												+

δ	p / p₀
88° 50′	1.050
51	1.035
52	1.020
53	1.005
54	0.990
55	0.975
56	0.960
57	0.945
58	0.930
88 59	0.915
89 0	0.900

Tafelwert A_0 Azimut $= \frac{p}{p_0} \cdot A_0$

23. Zur Berechnung des genauen Azimuts von Polaris.

$a = \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t$ $\quad \log \frac{1}{1-a}$ in Einheiten der V. Dezimale.

log a	$\log \frac{1}{1-a}$	log a	$\log \frac{1}{1-a}$	log a	$\log \frac{1}{1-a}$	log a	$\log \frac{1}{1-a}$	log a	$\log \frac{1}{1-a}$
8.60n	— 1695 [v]	8.25n	— 765 [v]	7.90n	— 344 [v]	7.55n	— 154 [v]	7.20n	— 69 [v]
	37		17		8		4		2
8.59n	— 1658	8.24n	— 748	7.89n	— 336	7.54n	— 150	7.19n	— 67
	37		17		8		3		1
58	1621	23	731	88	328	53	147	18	66
	37		16		7		3		2
57	1584	22	715	87	321	52	144	17	64
	35		16		7		4		1
56	1549	21	699	86	314	51	140	16	63
	35		16		8		3		2
55n	1514	20n	683	85n	306	50n	137	15n	61
	34		16		7		3		1
8.54n	— 1480	8.19n	— 667	7.84n	— 299	7.49n	— 134	7.14n	— 60
	33		15		6		3		2
53	1447	18	652	83	293	48	131	13	58
	32		14		7		3		1
52	1415	17	638	82	286	47	128	12	57
	32		15		6		3		1
51	1383	16	623	81	280	46	125	11	56
	31		14		7		3		1
50n	1352	15n	609	80n	273	45n	122	10n	55
	30		14		6		2		2
8.49n	— 1322	8.14n	— 595	7.79n	— 267	7.44n	— 120	7.09n	— 53
	30		13		6		3		1
48	1292	13	582	78	261	43	117	08	52
	29		13		6		3		1
47	1263	12	569	77	255	42	114	07	51
	28		13		6		2		1
46	1235	11	556	76	249	41	112	06	50
	28		13		6		3		1
45n	1207	10n	543	75n	243	40n	109	05n	49
	27		12		5		3		1
8.44n	— 1180	8.09n	— 531	7.74n	— 238	7.39n	— 106	7.04n	— 48
	27		12		5		2		2
43	1153	08	519	73	233	38	104	03	46
	26		12		6		2		1
42	1127	07	507	72	227	37	102	02	45
	25		11		5		3		1
41	1102	06	496	71	222	36	99	01	44
	25		11		5		2		1
40n	1077	05n	485	70n	217	35n	97	00n	43
	24		11		5		2		9
8.39n	— 1053	8.04n	— 474	7.69n	— 212	7.34n	— 95	6.9 n	— 34
	24		11		5		2		7
38	1029	03	463	68	207	33	93	8	27
	23		11		4		2		5
37	1006	02	452	67	203	32	91	7	22
	22		10		5		2		5
36	984	01	442	66	198	31	89	6	17
	22		10		4		2		3
35n	962	8.00n	432	65n	194	30n	87	5 n	14
	22		10		5		2		3
8.34n	— 940	7.99n	— 422	7.64n	— 189	7.29n	— 85	6.4 n	— 11
	21		9		4		2		2
33	919	98	413	63	185	28	83	3	9
	21		10		4		2		2
32	898	97	403	62	181	27	81	2	7
	20		9		4		2		2
31	878	96	394	61	177	26	79	1	5
	20		9		4		2		1
30n	858	95n	385	60n	173	25n	77	6.0 n	4
	19		8		4		2		1
8.29n	— 839	7.94n	— 377	7.59n	— 169	7.24n	— 75	5.9 n	— 3
	19		9		4		1		0
28	820	93	368	58	165	23	74	8	3
	19		8		4		2		1
27	801	92	360	57	161	22	72	7	2
	18		8		4		2		0
26	783	91	352	56	157	21	70	6	2
	18		8		3		1		1
25n	765	90n	344	55n	154	20n	69	5 n	1
									0
								5.4 n	— 1
								3	0
								2	— 1
								1	0
								5.0 n	0

$$\operatorname{tang} A_n = -\operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t \cdot \frac{1}{1-a}$$

23. Zur Berechnung des genauen Azimuts von Polaris.

(Schluß).

$a = \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t$ $\qquad \log \frac{1}{1-a}$ in Einheiten der V. Dezimale.

log a	$\log \frac{1}{1-a}$	log a	$\log \frac{1}{1-a}$	log a	$\log \frac{1}{1-a}$	log a	$\log \frac{1}{1-a}$	log a	$\log \frac{1}{1-a}$
5.0	+ 0 (V)	7.20	+ 69 (V)	7.60	+ 173 (V)	8.00	+ 436 (V)	8.40	+ 1105 (V)
1	0 0	21	70 1	61	177 4	01	447 11	41	1131 26
2	1 1	22	72 2	62	181 4	02	457 10	42	1158 27
3	1 0	23	74 2	63	186 5	03	468 11	43	1185 27
4	1 0	24	75 1	64	190 4	04	479 11	44	1213 28
	0		2		4		11		29
5.5	+ 1 1	7.25	+ 77 2	7.65	+ 194 5	8.05	+ 490 11	8.45	+ 1242 29
6	2 0	26	79 2	66	199 5	06	501 12	46	1271 30
7	2 1	27	81 2	67	204 5	07	513 12	47	1301 31
8	3 0	28	83 2	68	208 4	08	525 13	48	1332 31
5.9	3 1	29	85 2	69	213 5	09	538 12	49	1363 33
6.0	+ 4 1	7.30	+ 87 2	7.70	+ 218 5	8.10	+ 550 13	8.50	+ 1396 33
1	5 2	31	89 2	71	223 5	11	563 13	51	1429 33
2	7 2	32	91 2	72	228 6	12	576 14	52	1462 35
3	9 2	33	93 2	73	234 5	13	590 14	53	1497 36
4	11 3	34	95 2	74	239 6	14	604 14	54	1533 36
6.5	+ 14 3	7.35	+ 97 3	7.75	+ 245 6	8.15	+ 618 14	8.55	+ 1569 37
6	17 5	36	100 2	76	251 5	16	632 15	56	1606 38
7	22 5	37	102 2	77	256 6	17	647 15	57	1644 39
8	27 7	38	104 3	78	262 7	18	662 16	58	1683 40
6.9	34 9	39	107 2	79	269 6	19	678 16	59	1723 41
7.00	+ 43 1	7.40	+ 109 3	7.80	+ 275 6	8.20	+ 694 16	8.60	+ 1764
01	44 1	41	112 2	81	281 7	21	710 17		
02	45 2	42	114 3	82	288 7	22	727 17		
03	47 1	43	117 3	83	295 7	23	744 17		
04	48 1	44	120 3	84	302 7	24	761 18		
7.05	+ 49 1	7.45	+ 123 2	7.85	+ 309 7	8.25	+ 779 19		
06	50 1	46	125 3	86	316 7	26	798 18		
07	51 1	47	128 3	87	323 8	27	816 19		
08	52 1	48	131 3	88	331 7	28	835 20		
09	53 2	49	134 4	89	338 8	29	855 20		
7.10	+ 55 1	7.50	+ 138 3	7.90	+ 346 8	8.30	+ 875 21		
11	56 1	51	141 3	91	354 9	31	896 21		
12	57 2	52	144 3	92	363 8	32	917 22		
13	59 1	53	147 4	93	371 9	33	939 22		
14	60 1	54	151 3	94	380 9	34	961 22		
7.15	+ 61 2	7.55	+ 154 4	7.95	+ 389 9	8.35	+ 983 23		
16	63 1	56	158 4	96	398 9	36	1006 24		
17	64 2	57	162 4	97	407 10	37	1030 24		
18	66 1	58	165 3	98	417 9	38	1054 25		
19	67 2	59	169 4	7.99	426 10	39	1079 26		
7.20	+ 69	7.60	+ 173	8.00	+ 436	8.40	+ 1105		

$$\operatorname{tang} A_n = -\operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t \cdot \frac{1}{1-a}$$

24. Zur Berechnung des Azimuts für ein beliebiges Gestirn.

a positiv.

log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$
7.0 – 10	0.000n	9.25 – 10	0.085n	9.65 – 10	0.257n	9.915 – 10	0.750n
2	001	26	087	66	265	916	755
4	001	27	089	67	274	917	760
6	002	28	092	68	283	918	764
7.8	003n	29	094n	69	292n	919	769n
8.0 – 10	0.004n	9.30 – 10	0.097n	9.70 – 10	0.302n	9.920 – 10	0.774n
1	005	31	099	71	312	921	779
2	007	32	102	72	323	922	784
3	009	33	104	73	334	923	789
4	011n	34	107n	74	346n	924	794n
8.5 – 10	0.014n	9.35 – 10	0.110n	9.75 – 10	0.359n	9.925 – 10	0.800n
6	018	36	113	76	372	926	805
7	022	37	116	77	386	927	810
8	028	38	119	78	401	928	816
8.9	036n	39	122n	79	416n	929	822n
9.00 – 10	0.046n	9.40 – 10	0.126n	9.80 – 10	0.433n	9.930 – 10	0.827n
01	047	41	129	81	451	931	833
02	048	42	133	82	469	932	839
03	049	43	136	83	490	933	845
04	050n	44	140n	84	511n	934	851n
9.05 – 10	0.052n	9.45 – 10	0.144n	9.85 – 10	0.535n	9.935 – 10	0.857n
06	053	46	148	86	560	936	863
07	054	47	152	87	587	937	870
08	056	48	156	88	617	938	876
09	057n	49	161n	89	650n	939	883n
9.10 – 10	0.058n	9.50 – 10	0.165n	9.900 – 10	0.687n	9.940 – 10	0.889n
11	060	51	170	901	691	941	896
12	061	52	175	902	695	942	903
13	063	53	180	903	699	943	910
14	065n	54	185n	904	703n	944	917n
9.15 – 10	0.066n	9.55 – 10	0.190n	9.905 – 10	0.707n	9.945 – 10	0.925n
16	068	56	196	906	711	946	932
17	070	57	202	907	715	947	940
18	071	58	208	908	719	948	948
19	073n	59	214n	909	723n	949	955n
9.20 – 10	0.075n	9.60 – 10	0.220n	9.910 – 10	0.728n	9.950 – 10	0.964n
21	077	61	227	911	732	951	972
22	079	62	234	912	737	952	980
23	081	63	242	913	741	953	989
24	083n	64	249n	914	746n	954	0.998n
9.25 – 10	0.085n	9.65 – 10	0.257n	9.915 – 10	0.750n	9.955 – 10	1.007n

$$a = \operatorname{cotg} \delta \operatorname{tang} \varphi \cos t \qquad \operatorname{tang} A = \operatorname{cotg} \delta \sec \varphi \sin t \cdot \frac{1}{a-1}$$

24. Zur Berechnung des Azimuts für ein beliebiges Gestirn. (Fortsetzung).

a positiv.

log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$
9.955 – 10	1.007*n*	9.990 – 10	1.643*n*	0.025	1.227	0.060	0.829
956	016	991	688*n*	026	210	061	822
957	026	992	739*n*	027	193	062	814
958	035	993	796*n*	028	177	063	807
959	045*n*	994 – 10	863*n*	029	161	064	799
9.960 – 10	1.056*n*	9.995 – 10	1.941*n*	0.030	1.146	0.065	0.792
961	066	996	2.038*n*	031	131	066	785
962	077	997	2.162*n*	032	117	067	778
963	088	998	2.338*n*	033	103	068	771
964	099*n*	9.999 – 10	2.638*n*	034	089	069	764
9.965 – 10	1.111*n*	0.000	—	0.035	1.076	0.070	0.757
966	123	001	2.637	036	063	071	751
967	136	002	2.336	037	051	072	744
968	149	003	2.159	038	039	073	737
969	162*n*	004	2.034	039	027	074	731
9.970 – 10	1.176*n*	0.005	1.936	0.040	1.016	0.075	0.725
971	190	006	857	041	1.004	076	718
972	205	007	789	042	0.993	077	712
973	220	008	731	043	983	078	706
974	236*n*	009	679	044	972	079	700
9.975 – 10	1.252*n*	0.010	1.633	0.045	0.962	0.080	0.694
976	270	011	591	046	952	081	688
977	288	012	553	047	942	082	682
978	306	013	517	048	932	083	677
979	326*n*	014	485	049	923	084	671
9.980 – 10	1.347*n*	0.015	1.454	0.050	0.914	0.085	0.665
981	368	016	426	051	904	086	660
982	391	017	399	052	896	087	654
983	416	018	374	053	887	088	649
984	442*n*	019	350	054	878	089	643
9.985 – 10	1.469*n*	0.020	1.327	0.055	0.870	0.090	0.638
986	499	021	305	056	861	091	632
987	530	022	284	057	853	092	627
988	565	023	264	058	845	093	622
989	602*n*	024	245	059	837	094	617
9.990 – 10	1.643*n*	0.025	1.227	0.060	0.829	0.095	0.612

$$a = \operatorname{cotg} \delta \operatorname{tang} \varphi \cos t \qquad \operatorname{tang} A = \operatorname{cotg} \delta \sec \varphi \sin t \cdot \frac{1}{a-1}$$

24. Zur Berechnung des Azimuts für ein beliebiges Gestirn. (Fortsetzung).

a positiv.

log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$	log a	$\log \frac{1}{a-1}$
0.095	0.612	0.40	9.820	0.75	9.335	2.0	8.004
096	607	41	804 16	76	323 12	1	7.903 101
097	602	42	788 16	77	311 12	2	803 100
098	597	43	772 16	78	299 12	3	702 101
099	592	44	756 16	79	287 12	4	602 100
			16		12		101
0.10	0.587 47	0.45	9.740 15	0.80	9.275 12	2.5	7.501
11	540 43	46	725 15	81	263 12	6	401 100
12	497 40	47	710 15	82	251 11	7	301 100
13	457 37	48	695 15	83	240 12	8	201 100
14	420 35	49	680 15	84	228 12	9	101 100
			15		12		101
0.15	0.385 34	0.50	9.665 14	0.85	9.216 11	3.0	7.000
16	351 31	51	651 15	86	205 12	1	6.900 100
17	320 31	52	636 14	87	193 12	2	800 100
18	289 28	53	622 14	88	181 11	3	700 100
19	261 28	54	608 14	89	170 12	4	600 100
			14		12		100
0.20	0.233 27	0.55	9.594 14	0.90	9.158 11	3.5	6.500
21	206 25	56	580 14	91	147 11	6	400 100
22	181 25	57	566 13	92	136 12	7	300 100
23	156 24	58	553 14	93	124 11	8	200 100
24	132 23	59	539 13	94	113 11	9	100 100
					11		100
0.25	0.109 23	0.60	9.526 14	0.95	9.102 12	4.0	6.000
26	086 22	61	512 13	96	090 11		
27	064 21	62	499 13	97	079 11		
28	043 21	63	486 13	98	068 11		
29	022 20	64	473 13	0.99	057 11		
			13		11		
0.30	0.002 20	0.65	9.460 13	1.0	9.046		
31	9.982 19	66	447 13	1	8.936 110		
32	963 19	67	434 12	2	828 108		
33	944 19	68	422 13	3	722 106		
34	925 18	69	409 12	4	618 104		
			12		104		
0.35	9.907 18	0.70	9.397 13	1.5	8.514 103		
36	889 17	71	384 12	6	411 102		
37	872 18	72	372 13	7	309 102		
38	854 17	73	359 12	8	207 102		
39	837 17	74	347 12	1.9	105 101		
0.40	9.820	0.75	9.335	2.0	8.004		

$$a = \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t \qquad \operatorname{tang} A = \operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t \cdot \frac{1}{a-1}$$

24. Zur Berechnung des Azimuts für ein beliebiges Gestirn. (Fortsetzung).

a negativ.

log a	log $\frac{1}{a-1}$	log a	log $\frac{1}{a-1}$	log a	log $\frac{1}{a-1}$	log a	log $\frac{1}{a-1}$
7.0n − 10	0.000n	9.20n − 10	9.936n	9.55n − 10	9.868n	9.90n − 10	9.746n
2	9.999	21	935	56	865	91	742
4	999	22	933	57	863	92	737
6	998	23	932	58	860	93	733
7.8n	997n	24n	930n	59n	857n	94n	728n
8.0n − 10	9.996n	9.25n − 10	9.929n	9.60n − 10	9.854n	9.95n − 10	9.723n
1	995	26	927	61	852	96	719
2	993	27	926	62	849	97	714
3	991	28	924	63	846	98	709
4n	989n	29n	923n	64n	843n	9.99n − 10	704n
8.5n − 10	9.986n	9.30n − 10	9.921n	9.65n − 10	9.840n	0.00n	9.699n
6	983	31	919	66	837	01	694
7	979	32	918	67	833	02	689
8	973	33	916	68	830	03	684
8.9n	967n	34n	914n	69n	827n	04n	679n
9.00n − 10	9.959n	9.35n − 10	9.912n	9.70n − 10	9.824n	0.05n	9.673n
01	958	36	910	71	820	06	668
02	957	37	909	72	817	07	663
03	956	38	907	73	813	08	657
04n	955n	39n	905n	74n	810n	09n	652n
9.05n − 10	9.954n	9.40n − 10	9.903n	9.75n − 10	9.806n	0.10n	9.646n
06	953	41	901	76	803	11	640
07	952	42	899	77	799	12	635
08	951	43	896	78	795	13	629
09n	950n	44n	894n	79n	791n	14n	623n
9.10n − 10	9.948n	9.45n − 10	9.892n	9.80n − 10	9.788n	0.15n	9.618n
11	947	46	890	81	784	16	612
12	946	47	888	82	780	17	606
13	945	48	885	83	776	18	600
14n	944n	49n	883n	84n	772n	19n	594n
9.15n − 10	9.943n	9.50n − 10	9.881n	9.85n − 10	9.768n	0.20n	9.588n
16	941	51	878	86	763	21	581
17	940	52	876	87	759	22	575
18	939	53	873	88	755	23	569
19n	937n	54n	871n	89n	751n	24n	563n
9.20n − 10	9.936n	9.55n − 10	9.868n	9.90n − 10	9.746n	0.25n	9.556n

$$a = \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t \qquad \operatorname{tang} A = \operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t \cdot \frac{1}{a-1}$$

24. Zur Berechnung des Azimuts für ein beliebiges Gestirn. (Schluß).

a negativ.

log a	$\log \frac{1}{a-1}$		log a	$\log \frac{1}{a-1}$		log a	$\log \frac{1}{a-1}$		log a	$\log \frac{1}{a-1}$	
0.25n	9.556n	6	0.55n	9.342n	8	0.85n	9.093n	9	2.5n	7.499n	100
26	550	7	56	334	8	86	084	9	6	399	100
27	543	6	57	326	7	87	075	9	7	299	100
28	537	7	58	319	8	88	066	9	8	199	100
29n	530n	6	59n	311n	8	89n	057n	8	2.9n	099n	99
0.30n	9.524n	7	0.60n	9.303n	8	0.90n	9.049n	9	3.0n	7.000n	100
31	517	7	61	295	8	91	040	9	1	6.900	100
32	510	7	62	287	8	92	031	9	2	800	100
33	503	6	63	279	9	93	022	9	3	700	100
34n	497n	7	64n	270n	8	94n	013n	9	4n	600n	100
0.35n	9.490n	7	0.65n	9.262n	8	0.95n	9.004n	9	3.5n	6.500n	100
36	483	7	66	254	8	96	8.995	9	6	400	100
37	476	7	67	246	8	97	986	9	7	300	100
38	469	7	68	238	9	98	977	9	8	200	100
39n	462n	8	69n	229n	8	0.99n	968n	9	3.9n	100n	100
0.40n	9.454n	7	0.70n	9.221n	8	1.0n	8.959n	92	4.0n	6.000n	
41	447	7	71	213	9	1	867	94			
42	440	7	72	204	8	2	773	94			
43	433	8	73	196	9	3	679	96			
44n	425n	7	74n	187n	8	4n	583n	97			
0.45n	9.418n	7	0.75n	9.179n	9	1.5n	8.486n	97			
46	411	8	76	170	8	6	389	98			
47	403	7	77	162	9	7	291	98			
48	396	8	78	153	8	8	193	98			
49n	388n	7	79n	145n	9	1.9n	8.095n	99			
0.50n	9.381n	8	0.80n	9.136n	9	2.0n	7.996n	99			
51	373	8	81	127	8	1	897	100			
52	365	7	82	119	9	2	797	99			
53	358	8	83	110	8	3	698	100			
54n	350n	8	84n	102n	9	4n	598n	99			
0.55n	9.342n		0.85n	9.093n		2.5n	7.499n				

$$a = \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t \qquad \operatorname{tang} A = \operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t \cdot \frac{1}{a-1}$$

25. Parallaktische Vergrößerung des Mondradius.

ZD	Mondradius						
	14′ 40″	15′ 0″	15′ 20″	15′ 40″	16′ 0″	16′ 20″	16′ 40″
0°	14″	14″	15″	16″	16″	17″	18″
10	14	14	15	15	16	17	18
20	13	14	14	15	15	16	17
30	12	12	13	14	14	15	16
35	11	12	12	13	13	14	15
40	11	11	12	12	13	13	14
45	10	10	11	11	12	12	13
50	9	9	10	10	11	11	11
55	8	8	9	9	9	10	10
60	7	7	8	8	8	8	9
65	6	6	6	7	7	7	8
70	5	5	5	5	6	6	6
75	4	4	4	4	4	4	5
80	2	3	3	3	3	3	3
85	1	1	1	1	1	1	2
90	0	0	0	0	0	0	0

26a. Verkürzung des Sonnen- und Mondradius durch Refraktion.

Radius = 15′ 40″

Scheinb. ZD des Mittelpunktes	Winkel q der Distanz mit dem Vertikalkreise															
	0° 180	10° 170	15° 165	20° 160	25° 155	30° 150	35° 145	40° 140	45° 135	50° 130	55° 125	60° 120	65° 115	70° 110	75° 105	80° 100	90° 90
50°	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″
60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
70	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
75	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0
80	8	7	7	7	6	6	5	5	4	3	3	2	1	1	1	0	0
81	9	9	9	8	8	7	6	5	5	4	3	2	2	1	1	0	0
82	11	11	11	10	9	8	7	7	6	5	4	3	2	1	1	0	0
83	14	14	13	12	12	11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
84° 0′	18	17	17	16	15	13	12	11	9	7	6	5	3	2	1	1	0
20	20	19	18	17	16	15	13	12	10	8	6	5	4	2	1	1	0
40	22	21	20	19	18	16	14	13	11	9	7	5	4	3	1	1	0
85 0	24	23	22	21	19	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0
20	27	26	25	24	22	20	18	16	13	11	9	7	5	3	2	1	0
40	29	28	27	25	24	22	19	17	14	12	9	7	5	3	2	1	0
86 0	31	30	29	27	25	23	21	18	15	13	10	8	6	4	2	1	0
10	33	32	31	29	27	24	22	19	16	14	11	8	6	4	2	1	0
20	35	33	32	30	28	26	23	20	17	14	11	9	6	4	2	1	0
30	37	36	34	32	30	27	25	22	18	15	12	9	7	4	2	1	0
40	39	38	37	35	32	30	26	23	20	16	13	10	7	5	3	1	0
50	42	41	40	37	35	32	28	25	21	18	14	11	8	5	3	1	0
87 0	46	44	43	40	37	34	31	27	23	19	15	11	8	5	3	1	0
10	49	47	46	43	40	37	33	29	24	20	16	12	9	6	3	1	0
20	52	51	49	46	43	39	35	31	26	22	17	13	9	6	3	2	0
30	55	54	52	49	45	41	37	32	28	23	18	14	10	6	4	2	0
40	58	56	54	51	48	44	39	34	29	24	19	15	10	7	4	2	0
50	62	60	57	54	50	46	41	36	31	25	20	15	11	7	4	2	0
88 0	66	64	61	58	54	49	44	39	33	27	22	16	12	8	4	2	0

26b. Korrektion der vorstehenden Tafel 26a, wenn der Radius ≷ 15′ 40″.

Radius	Verkürzung des Radius							
	0″	10″	20″	30″	40″	50″	60″	70″
14′ 40″	0″	− 1″	− 1″	− 2″	− 3″	− 3″	− 4″	− 5″
15 0	0	0	− 1	− 1	− 2	− 2	− 3	− 3
20	0	0	0	− 1	− 1	− 1	− 1	− 2
40	0	0	0	0	0	0	0	0
16 0	0	0	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2
20	0	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 3
40	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 3	+ 3	+ 4	+ 5

27. Reduktion der Mondparallaxe.

$$d\Pi = +\Pi \frac{e^2 \sin^2 \varphi}{2}$$

φ \ Π	53′	61′
0°	0″	0″
10	0	0
20	+ 1	+ 1
30	3	3
40	+ 4	+ 5
50	+ 6	+ 7
60	8	9
70	9	11
80	10	12
90	+11	+12

28a. Zur Berechnung der Refraktion in Distanz.

(Monddistanzen, III. Korrektion.)

Scheinbare ZD	4.1 ϱ	Scheinbare ZD	4.1 ϱ	Scheinbare ZD	4.1 ϱ
2°	0′1	70°0	10′7	82°0	26′6
6	0.4	70.5	11.0	82.5	28.2
10	0.7	71.0	11.4	83.0	30.0
14	1.0	71.5	11.7	83.5	32.1
18	1.3				
22	1.6	72.0	12.0	84.0	34.4
26	1.9	72.5	12.4		
30	2.3	73.0	12.8		
34	2.7	73.5	13.2		
38	3.1				
42	3.5	74.0	13.6		
46	4.1	74.5	14.0		
		75.0	14.5		
50	4.7	75.5	15.0		
52	5.0				
54	5.4	76.0	15.5		
56	5.8	76.5	16.1		
58	6.3	77.0	16.7		
60	6.8	77.5	17.4		
61	7.1				
62	7.4	78.0	18.1		
63	7.7	78.5	18.9		
64	8.0	79.0	19.7		
65	8.4	79.5	20.6		
66	8.8	80.0	21.6		
67	9.2	80.5	22.7		
68	9.7	81.0	23.9		
69	10.2	81.5	25.2		
70	10.7	82.0	26.6		

Z größere scheinbare ZD
z kleinere „ „

$$\operatorname{tg} N = \frac{\cos (Z - 4.1\,\varrho)}{\cos (z - 4.1\,\varrho)}$$

Refr. = (A + B) cosec D

28b. Zur Berechnung der Refraktion in Distanz.

(Monddistanzen, III. Korrektion.)

$A = 115''.59 \operatorname{cosec} 2N$

N	A		N	A		N	A		N	A		N	A	
10°0	338″.0	32	14°0	246″.2	16	18°0	196″.7	10	24°0	155″.5	9	32°0	128″.6	11
1	334.8	32	1	244.6	16	1	195.7	9	2	154.6	10	32.5	127.5	10
2	331.6	31	2	243.0	15	2	194.8	9	4	153.6	9	33.0	126.5	9
3	328.5	30	3	241.5	16	3	193.9	9	6	152.7	9	33.5	125.6	9
4	325.5	30	4	239.9	15	4	193.0	9	8	151.8	9	34.0	124.7	9
10.5	322.5	29	14.5	238.4	15	18.5	192.1	9	25.0	150.9	9	34.5	123.8	8
6	319.6	28	6	236.9	14	6	191.2	9	2	150.0	8	35.0	123.0	7
7	316.8	28	7	235.5	15	7	190.3	9	4	149.2	9	35.5	122.3	8
8	314.0	27	8	234.0	14	8	189.4	8	6	148.3	8	36.0	121.5	6
9	311.3	27	9	232.6	14	9	188.6	9	8	147.5	8	36.5	120.9	7
11.0	308.6	27	15.0	231.2	14	19.0	187.7	8	26.0	146.7	8	37.0	120.2	5
1	305.9	26	1	229.8	14	1	186.9	8	2	145.9	8	37.5	119.7	6
2	303.3	25	2	228.4	13	2	186.1	8	4	145.1	7	38.0	119.1	5
3	300.8	25	3	227.1	14	3	185.3	8	6	144.4	8	38.5	118.6	4
4	298.3	25	4	225.7	13	4	184.5	8	8	143.6	7	39.0	118.2	4
11.5	295.8	24	15.5	224.4	13	19.5	183.7	8	27.0	142.9	7	39.5	117.8	4
6	293.4	23	6	223.1	12	6	182.9	8	2	142.2	7	40.0	117.4	4
7	291.1	24	7	221.9	13	7	182.1	8	4	141.5	7	40.5	117.0	3
8	288.7	23	8	220.6	12	8	181.3	7	6	140.8	7	41.0	116.7	2
9	286.4	22	9	219.4	13	9	180.6	8	8	140.1	7	41.5	116.5	3
12.0	284.2	22	16.0	218.1	12	20.0	179.8	14	28.0	139.4	6	42.0	116.2	2
1	282.0	22	1	216.9	12	2	178.4	15	2	138.8	7	42.5	116.0	1
2	279.8	21	2	215.7	12	4	176.9	14	4	138.1	6	43.0	115.9	1
3	277.7	21	3	214.5	11	6	175.5	14	6	137.5	6	43.5	115.8	1
4	275.6	21	4	213.4	12	8	174.1	14	8	136.9	6	44.0	115.7	1
12.5	273.5	20	16.5	212.2	11	21.0	172.7	13	29.0	136.3	6	44.5	115.6	0
6	271.5	20	6	211.1	11	2	171.4	13	2	135.7	6	45.0	115.6	
7	269.5	20	7	210.0	11	4	170.1	12	4	135.1	5			
8	267.5	19	8	208.9	11	6	168.9	13	6	134.6	6			
9	265.6	19	9	207.8	11	8	167.6	12	8	134.0	5			
13.0	263.7	19	17.0	206.7	11	22.0	166.4	12	30.0	133.5	13			
1	261.8	18	1	205.6	10	2	165.2	12	30.5	132.2	13			
2	260.0	18	2	204.6	10	4	164.0	11	31.0	130.9	12			
3	258.2	18	3	203.6	11	6	162.9	11	31.5	129.7	11			
4	256.4	18	4	202.5	10	8	161.8	11	32.0	128.6				
13.5	254.6	17	17.5	201.5	10	23.0	160.7	11						
6	252.9	17	6	200.5	10	2	159.6	10						
7	251.2	17	7	199.5	9	4	158.6	11						
8	249.5	17	8	198.6	10	6	157.5	10						
9	247.8	16	9	197.6	9	8	156.5	10						
14.0	246.2		18.0	196.7		24.0	155.5							

Z größere scheinbare ZD
z kleinere „ „

$$\operatorname{tg} N = \frac{\cos (Z - 4.1\,\varrho)}{\cos (z - 4.1\,\varrho)}$$

Refr. in Distanz = (A + B) cosec D

28 c. Zur Berechnung der Refraktion in Distanz.

(Monddistanzen, III. Korrektion.)

$B = -115''.59 \cos D$

D	B		D	B		D	D	B		D
100	—113″.8	3	400	—88″.5	13 +	1400	700	—39″.5	19 +	1100
11	113.5	4	41	87.2	13	139	71	37.6	19	109
12	113.1	5	42	85.9	14	138	72	35.7	19	108
13	112.6	4	43	84.5	14	137	73	33.8	19	107
14	— 112.2	5	44	— 83.1	14 +	136	74	— 31.9	19 +	106
15	— 111.7	6	45	— 81.7	14 +	135	75	— 29.9	19 +	105
16	111.1	6	46	80.3	15	134	76	28.0	20	104
17	110.5	6	47	78.8	15	133	77	26.0	20	103
18	109.9	6	48	77.3	15	132	78	24.0	20	102
19	— 109.3	7	49	— 75.8	15 +	131	79	— 22.1	19 +	101
20	— 108.6	7	50	— 74.3	16 +	130	80	— 20.1	20 +	100
21	107.9	7	51	72.7	15	129	81	18.1	20	99
22	107.2	8	52	71.2	16	128	82	16.1	20	98
23	106.4	8	53	69.6	17	127	83	14.1	20	97
24	— 105.6	8	54	— 67.9	16 +	126	84	— 12.1	20 +	96
25	— 104.8	9	55	— 66.3	17 +	125	85	— 10.1	20 +	95
26	103.9	9	56	64.6	16	124	86	8.1	20	94
27	103.0	9	57	63.0	17	123	87	6.0	21	93
28	102.1	10	58	61.3	18	122	88	4.0	20	92
29	— 101.1	10	59	— 59.5	17 +	121	89	— 2.0	20 +	91
30	— 100.1	10	60	— 57.8	18 +	120	90	0.0		90
31	99.1	11	61	56.0	17	119				
32	98.0	11	62	54.3	18	118				
33	96.9	11	63	52.5	18	117				
34	— 95.8	11	64	— 50.7	18 +	116				
35	— 94.7	12	65	— 48.9	19 +	115				
36	93.5	12	66	47.0	18	114				
37	92.3	12	67	45.2	19	113				
38	91.1	13	68	43.3	19	112				
39	— 89.8	13	69	— 41.4	19 +	111				
40	— 88.5		70	— 39.5	+	110				

Z größere scheinbare ZD
z kleinere „ „

$$\operatorname{tg} N = \frac{\cos (Z - 4.1\,\varrho)}{\cos (z - 4.1\,\varrho)}$$

Refr. in Distanz $= (A + B) \operatorname{cosec} D$

28 d. Verbesserung der Refraktion in Distanz wegen Lufttemperatur.

Temperatur C	Mittlere Refraktion								
	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′
— 30°	0″	+10″	+ 19″	+ 29″	+ 40″	+ 50″	+ 61″	+ 72″	+ 84″
25	0	8	17	25	34	43	52	62	72
— 20	0	+ 7	+ 14	+ 21	+ 28	+ 36	+ 44	+ 52	+ 60
— 18	0	+ 6	+ 13	+ 20	+ 26	+ 33	+ 40	+ 48	+ 56
16	0	6	12	18	24	30	37	44	51
14	0	5	11	16	22	28	34	40	47
12	0	5	10	15	20	25	31	36	42
— 10	0	+ 4	+ 9	+ 13	+ 18	+ 23	+ 28	+ 33	+ 38
— 8	0	+ 4	+ 8	+ 12	+ 16	+ 20	+ 25	+ 29	+ 34
6	0	3	7	10	14	18	22	26	30
4	0	3	6	9	12	15	19	22	26
— 2	0	+ 2	+ 5	+ 8	+ 10	+ 13	+ 16	+ 19	+ 22
0	0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 8	+ 11	+ 13	+ 15	+ 18
+ 2	0	+ 2	+ 3	+ 5	+ 6	+ 8	+ 10	+ 12	+ 14
4	0	1	2	4	5	6	7	9	10
6	0	1	1	2	3	4	4	5	6
+ 8	0	+ 0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 3
+ 10	0	— 0	— 0	— 0	— 1	— 1	— 1	— 1	— 1
12	0	1	1	2	2	3	3	4	5
14	0	1	2	3	4	5	6	7	8
16	0	1	3	4	6	7	9	10	12
+ 18	0	— 2	— 4	— 5	— 7	— 9	— 11	— 13	— 15
+ 20	0	— 2	— 4	— 7	— 9	— 11	— 14	— 16	— 19
22	0	3	5	8	10	13	16	19	22
24	0	3	6	9	12	15	19	22	25
26	0	3	7	10	14	17	21	25	29
+ 28	0	— 4	— 7	— 11	— 15	— 19	— 23	— 28	— 32
+ 30	0	— 4	— 8	— 12	— 17	— 21	— 26	— 30	— 35
32	0	4	9	13	18	23	28	33	38
34	0	5	10	15	20	25	30	36	42
36	0	5	10	16	21	27	32	38	45
+ 38	0	— 6	— 11	— 17	— 22	— 28	— 35	— 41	— 48
+ 40	0	— 6	— 12	— 18	— 24	— 30	— 37	— 44	— 51

28 e. Verbesserung der Refraktion in Distanz wegen Luftdruck.

Luftdruck	Mittlere Refraktion + Verbesserung wegen Lufttemperatur								
	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′
mm									
400	0″	— 27″	— 56″	— 83″	—112″	—141″	—168″	—196″	— 225″
450	0	23	48	71	96	121	144	168	193
500	0	— 20	— 40	— 60	— 80	—101	—121	—141	— 161
550	0	— 16	— 32	— 48	— 64	— 81	— 97	—113	— 130
560	0	15	31	46	61	77	92	108	123
570	0	14	29	44	58	73	87	102	117
580	0	14	27	41	55	69	83	96	110
590	0	— 13	— 26	— 39	— 52	— 65	— 78	— 91	— 104
600	0	— 12	— 24	— 36	— 49	— 61	— 73	— 85	— 97
610	0	11	23	34	45	57	68	80	91
620	0	11	21	32	42	53	63	74	85
630	0	10	19	29	39	49	58	68	78
640	0	— 9	— 18	— 27	— 36	— 45	— 54	— 63	— 72
650	0	— 8	— 16	— 24	— 33	— 41	— 49	— 57	— 65
660	0	7	15	22	29	37	44	51	59
670	0	6	13	20	26	33	39	46	52
680	0	6	11	17	23	29	34	40	46
690	0	— 5	— 10	— 15	— 20	— 25	— 30	— 35	— 40
700	0	— 4	— 8	— 12	— 17	— 21	— 25	— 29	— 33
710	0	3	7	10	13	17	20	23	27
720	0	2	5	8	10	13	15	18	20
730	0	2	3	5	7	9	10	12	14
740	0	— 1	— 2	— 3	— 4	— 5	— 6	— 6	— 7
750	0	— 0	— 0	— 0	— 0	— 1	— 1	— 1	— 1
760	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 3	+ 3	+ 4	+ 5	+ 5
770	0	2	3	4	6	7	9	10	12
780	0	2	5	7	9	11	14	16	18
790	0	+ 3	+ 6	+ 9	+ 12	+ 15	+ 18	+ 22	+ 25
800	0	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	+ 19	+ 23	+ 27	+ 31

29. Höhenparallaxe des Mondes.

$\Pi \sin z_{\mathbb{C}}$

Scheinb. $z_{\mathbb{C}}$ \ Π	53′	54′	55′	56′	57′	58′	59′	60′	61′
0°	0′0	0′0	0′0	0′0	0′0	0′0	0′0	0′0	0′0
2	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1
4	3.7	3.8	3.8	3.9	4.0	4.0	4.1	4.2	4.2
6	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4
8	7.4	7.5	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	8.3	8.5
10	9.2	9.4	9.5	9.7	9.9	10.1	10.2	10.4	10.6
12	11.0	11.2	11.4	11.6	11.8	12.1	12.3	12.5	12.7
14	12.8	13.1	13.3	13.5	13.8	14.0	14.3	14.5	14.7
16	14.6	14.9	15.2	15.4	15.7	16.0	16.3	16.5	16.8
18	16.4	16.7	17.0	17.3	17.6	17.9	18.2	18.5	18.8
20	18.1	18.5	18.8	19.2	19.5	19.8	20.2	20.5	20.8
22	19.9	20.2	20.6	21.0	21.3	21.7	22.1	22.5	22.8
24	21.5	22.0	22.4	22.8	23.2	23.6	24.0	24.4	24.8
26	23.2	23.7	24.1	24.6	25.0	25.4	25.9	26.3	26.7
28	24.9	25.3	25.8	26.3	26.8	27.2	27.7	28.2	28.6
30	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5
32	28.1	28.6	29.2	29.7	30.2	30.7	31.3	31.8	32.3
34	29.6	30.2	30.7	31.3	31.9	32.4	33.0	33.6	34.1
36	31.1	31.7	32.3	32.9	33.5	34.1	34.7	35.3	35.8
38	32.6	33.3	33.9	34.5	35.1	35.7	36.3	36.9	37.5
40	34.1	34.7	35.4	36.0	36.6	37.3	37.9	38.6	39.2
42	35.5	36.1	36.8	37.5	38.1	38.8	39.5	40.1	40.8
44	36.8	37.5	38.2	38.9	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4
46	38.1	38.8	39.6	40.3	41.0	41.7	42.4	43.2	43.9
48	39.4	40.1	40.9	41.6	42.3	43.1	43.8	44.6	45.3
50	40.6	41.4	42.1	42.9	43.7	44.4	45.2	46.0	46.7
52	41.8	42.5	43.3	44.1	44.9	45.7	46.5	47.3	48.1
54	42.9	43.7	44.5	45.3	46.1	46.9	47.7	48.5	49.3
56	43.9	44.8	45.6	46.4	47.2	48.1	48.9	49.8	50.6
58	45.0	45.8	46.6	47.5	48.3	49.2	50.0	50.9	51.7
60	45.9	46.8	47.6	48.5	49.4	50.2	51.1	52.0	52.8
62	46.8	47.7	48.6	49.5	50.3	51.2	52.1	53.0	53.9
64	47.6	48.5	49.4	50.3	51.2	52.1	53.0	53.9	54.8
66	48.4	49.3	50.2	51.2	52.1	53.0	53.9	54.8	55.7
68	49.1	50.1	51.0	51.9	52.8	53.8	54.7	55.6	56.5
70	49.8	50.8	51.7	52.6	53.6	54.5	55.4	56.4	57.3
72	50.4	51.4	52.3	53.2	54.2	55.2	56.1	57.1	58.0
74	51.0	51.9	52.9	53.8	54.8	55.8	56.7	57.7	58.6
76	51.4	52.4	53.4	54.3	55.3	56.3	57.2	58.2	59.2
78	51.8	52.8	53.8	54.8	55.7	56.7	57.7	58.7	59.7
80	52.2	53.2	54.2	55.2	56.1	57.1	58.1	59.1	60.1
82	52.5	53.5	54.5	55.5	56.4	57.4	58.4	59.4	60.4
84	52.7	53.7	54.7	55.7	56.7	57.7	58.7	59.7	60.7
86	52.9	53.9	54.9	55.9	56.9	57.9	58.9	59.8	60.8
88	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.0	61.0
90	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.0	61.0

30. Monddistanzen. IV. Korrektion.

$$(\Pi \sin z_{\mathbb{C}})^2 \operatorname{cotg} D \frac{\sin 1''}{2} - (\Pi \sin z_{\mathbb{C}} \cos q_{\mathbb{C}})^2 \operatorname{cotg} D \frac{\sin 1''}{2}.$$

$$\Pi \sin z_{\mathbb{C}} \cos q_{\mathbb{C}} = \mathrm{I} + \mathrm{II}$$

Man gehe nacheinander mit den Vertikalargumenten $\Pi \sin z_{\mathbb{C}}$ und (I + II) ein und bilde die algebraische Differenz beider Tafelwerte.

I	$\left(\frac{\Pi}{\Pi_0}\right)^2$
3′	0.85
4	0.88
5	0.91
6	0.95
7	0.98
8	1.02
9	1.05
0	1.09
1	1.13

$\Pi \sin z_{\mathbb{C}}$ oder (I + II)	Scheinbare Distanz																				
	20° +	22° +	24° +	26° +	28° +	30° +	32° +	34° +	36° +	38° +	40° +	45° +	50° +	55° +	60° +	65° +	70° +	75° +	80° +	85° +	90° +
5′	1″	1″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″
8	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
11	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
12	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
13	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
14	5	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0
15	5	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0
16	6	6	5	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0
17	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0	0
18	8	7	6	6	5	5	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0	0
19	9	8	7	6	6	5	5	5	4	4	3	3	3	2	2	1	1	1	1	0	0
20	10	9	8	7	7	6	5	5	5	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	0	0
21	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	0	0
22	12	10	9	9	8	7	7	6	6	5	5	4	3	3	2	2	2	1	1	0	0
23	13	11	10	9	9	8	7	7	6	6	5	5	4	3	3	2	2	1	1	0	0
24	14	12	11	10	9	9	8	7	7	6	6	5	4	4	3	2	2	1	1	0	0
25	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	5	4	4	3	3	2	1	1	0	0
26	16	15	13	12	11	10	9	9	8	7	7	6	5	4	3	3	2	2	1	1	0
27	17	16	14	13	12	11	10	9	9	8	7	6	6	4	4	3	2	2	1	1	0
28	19	17	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	6	5	4	3	2	2	1	1	0
29	20	18	16	15	14	13	11	11	10	9	9	7	6	5	4	3	3	2	1	1	0
30	22	19	18	16	15	14	12	12	11	10	9	8	6	5	5	4	3	2	1	1	0
31	23	21	19	17	16	15	13	13	11	11	10	8	7	6	5	4	3	2	1	1	0
32	25	22	20	18	17	15	14	14	12	11	10	9	7	6	5	4	3	2	2	1	0
33	26	24	21	19	18	16	15	14	13	12	10	10	8	7	5	4	3	3	2	1	0
34	28	25	23	21	19	17	16	15	14	13	11	10	8	7	6	4	4	3	2	1	0
35	29	26	24	22	20	19	17	16	14	13	12	11	9	7	6	5	4	3	2	1	0
36	31	28	25	23	21	20	18	17	15	14	13	11	9	8	7	5	4	3	2	1	0
37	33	30	27	24	22	21	19	18	16	15	13	12	10	8	7	6	4	3	2	1	0
38	35	31	28	26	24	22	20	19	17	16	14	13	11	9	7	6	5	3	2	1	0
39	36	33	30	27	25	23	21	20	18	17	15	13	11	9	8	6	5	4	2	1	0
40	38	35	31	29	26	24	22	21	19	18	16	14	12	10	8	7	5	4	2	1	0
41	40	36	33	30	28	25	23	22	20	19	17	15	12	10	8	7	5	4	3	1	0
42	42	38	35	32	29	27	25	23	21	20	18	15	13	11	9	7	6	4	3	1	0
43	44	40	36	33	30	28	26	24	22	21	18	16	13	11	9	8	6	4	3	1	0
44	46	42	38	35	32	29	27	25	23	22	19	17	14	12	10	8	6	5	3	1	0
45	49	44	40	36	33	31	28	26	24	23	20	18	15	12	10	8	6	5	3	2	0
$\Pi \sin z_{\mathbb{C}}$ oder (I + II)													— 130°	— 125°	— 120°	— 115°	— 110°	— 105°	— 100°	— 95°	— 90°
	Scheinbare Distanz																				

30. Monddistanzen. IV. Korrektion (Schluß).

$$(\Pi \sin z_{\mathbb{C}})^2 \operatorname{cotg} D \frac{\sin 1''}{2} - (\Pi \sin z_{\mathbb{C}} \cos q_{\mathbb{C}})^2 \operatorname{cotg} D \frac{\sin 1''}{2}$$

$$\Pi \sin z_{\mathbb{C}} \cos q_{\mathbb{C}} = \mathrm{I} + \mathrm{II}$$

Man gehe nacheinander mit den Vertikalargumenten $\Pi \sin z_{\mathbb{C}}$ und (I + II) ein und bilde die algebraische Differenz beider Tafelwerte.

$\Pi \sin z_{\mathbb{C}}$ oder (I + II)	Scheinbare Distanz																				
	20° +	22° +	24° +	26° +	28° +	30° +	32° +	34° +	36° +	38° +	40° +	45° +	50° +	55° +	60° +	65° +	70° +	75° +	80° +	85° +	90° +
45′	49″	44″	40″	36″	33″	31″	28″	26″	24″	23″	20″	18″	15″	12″	10″	8″	6″	5″	3″	2″	0″
46	51	46	41	38	35	32	29	27	25	24	21	18	15	13	11	9	7	5	3	2	0
47	53	48	43	40	36	33	30	29	26	25	22	19	16	13	11	9	7	5	3	2	0
48	55	50	45	41	38	35	32	30	28	26	23	20	17	14	12	9	7	5	4	2	0
49	58	52	47	43	39	36	33	31	29	27	24	21	18	15	12	10	8	6	4	2	0
50	60	54	49	45	41	38	35	32	30	28	26	22	18	15	13	10	8	6	4	2	0
51	62	56	51	47	43	39	36	33	31	29	27	23	19	16	13	11	8	6	4	2	0
52	65	58	53	48	44	41	38	35	32	30	28	24	20	17	14	11	9	6	4	2	0
53	67	61	55	50	46	42	39	36	33	31	29	25	20	17	14	11	9	7	4	2	0
54	70	63	57	52	48	44	40	38	35	32	30	25	21	18	15	12	9	7	4	2	0
55	73	65	59	54	50	46	42	39	36	33	31	26	22	18	15	12	10	7	5	2	0
56	75	68	61	56	51	47	44	41	38	35	32	27	23	19	16	13	10	7	5	2	0
57	78	70	64	58	53	49	45	42	39	36	34	28	24	20	16	13	10	8	5	2	0
58	81	73	66	60	55	51	47	44	40	37	35	29	25	21	17	14	11	8	5	3	0
59	83	75	68	62	57	53	49	45	41	39	36	30	25	21	18	14	11	8	5	3	0
60	86	78	71	64	59	54	50	47	43	40	37	31	26	22	18	15	11	8	6	3	0
61	89	80	73	67	61	56	52	48	44	41	38	32	27	23	19	15	12	9	6	3	0
62	92	83	75	69	63	58	54	50	46	43	40	34	28	23	19	16	12	9	6	3	0
$\Pi \sin z_{\mathbb{C}}$ oder (I + II)													— 1300	— 1250	— 1200	— 1150	— 1100	— 1050	— 1000	— 950	— 900
	Scheinbare Distanz																				

Π	$\left(\frac{\Pi}{\Pi_0}\right)^2$
53′	0.85
54	88
55	91
56	95
57	0.98
58	1.02
59	05
60	09
61	1.13

31. Monddistanzen. V. Korrektion.

$$(\Pi \sin z_{\mathbb{C}} - \varrho_{\mathbb{C}})\, \varrho_{\odot} \frac{\sin q_{\mathbb{C}} \sin q_{\odot}}{\sin D} \sin 1'' - (2\Pi \varrho_{\mathbb{C}} \sin z_{\mathbb{C}} - \varrho_{\mathbb{C}}^2) \sin^2 q_{\mathbb{C}} \operatorname{cotg} D \frac{\sin 1''}{2}$$

$z_{\mathbb{C}}$	$z_{\odot}$	Scheinbare Distanz										
		20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
30°	10°	0″	0″	0″								
	20	— 1	0	0	0″							
	30	— 1	0	0	0	0″						
	40	0	+ 1	0	0	0	0″					
	50	0	+ 1	+ 1	0	0	0	0″				
	60		0	+ 1	+ 1	0	0	0	0″			
	70			0	+ 1	+ 1	0	0	0	0″		
	80				0	+ 1	+ 1	+ 1	0	0	0″	
40	20	0	0	0	0	0						
	30	— 1	— 2	— 1	0	0	0					
	40	— 1	— 2	— 1	0	0	0	0				
	50	0	— 1	0	0	0	0	0	0			
	60	0	— 1	0	+ 1	0	0	0	0	0		
	70		0	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	0	0	0	
	80			0	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	0″
50	30	0	0	0	0	0	0	0				
	40	0	— 1	— 1	— 1	— 1	0	0	0			
	50	+ 1	— 1	0	— 1	— 1	0	0	0	0		
	60	+ 1	— 1	0	0	— 1	0	0	0	0	0	
	70	0	0	+ 1	+ 1	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	0	0
	80		0	+ 3	+ 3	+ 2	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 2
60	30		0	0	0	0	0	0	0			
	40	0	0	0	0	— 1	— 1	0	0	0		
	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	60	0	0	0	0	0	0	+ 1	+ 1	0	0	0
	70	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2
	80	0	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	+ 4	+ 4	+ 4	+ 4	+ 3
70	30			0	0	0	0	0	0	0		
	40		0	0	— 1	— 1	— 1	0	0	0	0	
	50	0	— 1	— 1	— 1	0	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2	0
	60	— 1	— 1	— 1	— 1	0	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2	+ 1
	70	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 3	+ 3
	80	+ 7	+ 5	+ 4	+ 4	+ 4	+ 4	+ 4	+ 4	+ 5	+ 5	+ 4
80	20					0	0	0	0	0		
	30				0	— 1	— 1	0	0	0	0	
	40			0	— 1	— 1	— 1	0	0	0	+ 1	0
	50		0	— 1	— 1	— 1	— 1	0	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2
	60	0	— 3	— 2	— 2	— 1	— 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 3
	70	— 5	— 2	— 1	— 1	— 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5
	80	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	+ 7

32. Monddistanzen. Verbesserung wegen Erdfigur.

VI. Korrektion.

$A = 23''2 \sin \delta_{\odot} \operatorname{cosec} D$

$\delta_{\odot}$ \ D	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°
0°	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″
3	+ 3	+ 2	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 2
6	7	5	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3
9	10	7	6	5	4	4	4	4	4	4	4	5
12	+14	+ 9	+ 7	+ 6	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5	+ 5	+ 6
15	17	12	9	8	7	6	6	6	6	6	7	8
18	20	14	11	9	8	7	7	7	7	7	8	9
21	+24	+16	+13	+11	+ 9	+ 9	+ 8	+ 8	+ 8	+ 9	+ 9	+11
24	27	18	14	12	11	10	9	9	9	10	11	12
27	30	21	16	13	12	11	10	10	10	11	12	13
30	33	23	18	15	13	12	11	11	11	12	13	15

$B = - 23''2 \sin \delta_{\mathbb{C}} \operatorname{cotg} D$

$\delta_{\mathbb{C}}$ \ D	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°
0°	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″
3	— 3	— 2	— 1	— 1	— 1	— 0	— 0	0	+ 0	+ 0	+ 1	+ 1
6	6	4	3	2	1	1	0	0	0	1	1	2
9	10	6	4	3	2	1	1	0	1	1	2	3
12	—13	— 8	— 6	— 4	— 3	— 2	— 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4
15	16	10	7	5	3	2	1	0	1	2	3	5
18	19	12	8	6	4	3	1	0	1	3	4	6
21	—22	—14	—10	— 7	— 5	— 3	— 1	0	+ 1	+ 3	+ 5	+ 7
24	25	16	11	8	5	3	2	0	2	3	5	8
27	28	18	12	9	6	4	2	0	2	4	6	9
30	31	20	13	10	7	4	2	0	2	4	7	10

Die Vorzeichen gelten in der A- und B-Tafel für nördliche Deklinationen. Für südliche Deklinationen sind die Vorzeichen umzukehren.

$K = A + B$ Verbesserung $= K \cdot \sin \varphi$

$K \cdot \sin \varphi$

K \ φ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″	0″
2	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2
4	0	1	1	2	3	3	4	4	4	4
6	0	1	2	3	4	5	5	6	6	6
8	0	1	3	4	5	6	7	8	8	8
10	0	2	3	5	6	8	9	9	10	10
12	0	2	4	6	8	9	10	11	12	12
14	0	2	5	7	9	11	12	13	14	14
16	0	3	6	8	10	12	14	15		
18	0	3	6	9	12	14				
20	0	3	7	10	13					
22	0	4	8	11	14					

33. Monddistanzen. Verbesserung wegen Sonnenparallaxe.

VII. Korrektion.

$$A = -8''.8 \cos z_{\leftmoon} \operatorname{cosec} D$$

$z_{\leftmoon}$ \ D	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	$z_{\leftmoon}$ \ D
0°	— 26″	— 18″	— 14″	— 12″	— 10″	— 9″	— 9″	— 9″	— 9″	— 9″	— 10″	0°
10	— 25	— 17	— 13	— 11	— 10	— 9	— 9	— 9	— 9	— 9	— 10	10
20	— 24	— 17	— 13	— 11	— 10	— 9	— 8	— 8	— 8	— 9	— 10	20
30	— 22	— 15	— 12	— 10	— 9	— 8	— 8	— 8	— 8	— 8	— 9	30
40	— 20	— 14	— 11	— 9	— 8	— 7	— 7	— 7	— 7	— 7	— 8	40
50	— 17	— 12	— 9	— 7	— 7	— 6	— 6	— 6	— 6	— 6	— 7	50
60	— 13	— 9	— 7	— 6	— 5	— 5	— 4	— 4	— 4	— 5	— 5	60
70	— 9	— 6	— 5	— 4	— 3	— 3	— 3	— 3	— 3	— 3	— 3	70
80	— 4	— 3	— 2	— 2	— 2	— 2	— 2	— 2	— 2	— 2	— 2	80
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90

$$B = +8''.8 \cos z_{\odot} \operatorname{cotg} D$$

$z_{\odot}$ \ D	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	$z_{\odot}$ \ D
0°	+ 24″	+ 15″	+ 11″	+ 7″	+ 5″	+ 3″	+ 2″	0″	— 2″	— 3″	— 5″	0°
10	+ 24	+ 15	+ 10	+ 7	+ 5	+ 3	+ 1	0	— 1	— 3	— 5	10
20	+ 23	+ 14	+ 10	+ 7	+ 5	+ 3	+ 1	0	— 1	— 3	— 5	20
30	+ 21	+ 13	+ 9	+ 6	+ 4	+ 3	+ 1	0	— 1	— 3	— 4	30
40	+ 19	+ 12	+ 8	+ 6	+ 4	+ 2	+ 1	0	— 1	— 2	— 4	40
50	+ 16	+ 10	+ 7	+ 5	+ 3	+ 2	+ 1	0	— 1	— 2	— 3	50
60	+ 12	+ 8	+ 5	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	0	— 1	— 2	— 3	60
70	+ 8	+ 5	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	+ 1	0	— 1	— 1	— 2	70
80	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	0	0	0	— 1	— 1	80
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90

Verbesserung der Monddistanz = A + B

34. Genäherte Reduktion der scheinbaren auf wahre Monddistanz für $\Pi_0 = 57'$.

Scheinbare ZD		Scheinbare Distanz										
⊙	☾	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
0°	0°											
	10											
	20	— 19′										
	30		— 28′									
	40			— 35′								
	50				— 42′							
	60					— 47′						
	70						— 51′					
	80							— 51′				
	85											
10	0											
	10	— 10										
	20	— 17	— 19									
	30	— 28	— 26	— 28								
	40		— 35	— 34	— 35							
	50			— 43	— 41	— 42						
	60				— 48	— 46	— 47					
	70					— 51	— 49	— 51				
	80						— 51	— 49	— 51′			
	85							— 46	— 45			
20	0	0										
	10	— 2	— 10									
	20	— 9	— 14	— 19								
	30	— 20	— 20	— 24	— 28							
	40	— 35	— 31	— 30	— 32	— 35						
	50		— 43	— 39	— 38	— 39	— 42					
	60			— 48	— 44	— 44	— 45	— 47				
	70				— 51	— 48	— 47	— 48	— 51			
	80					— 51	— 48	— 47	— 48	— 51′		
	85						— 45	— 44	— 43	— 45		
30	0		+ 1									
	10	+ 10	— 1	— 10								
	20	+ 3	— 5	— 12	— 18							
	30	— 9	— 13	— 17	— 23	— 27						
	40	— 24	— 23	— 24	— 27	— 30	— 35					
	50	— 43	— 34	— 32	— 32	— 34	— 38	— 42				
	60		— 48	— 42	— 39	— 39	— 40	— 43	— 47			
	70			— 52	— 46	— 43	— 43	— 44	— 46	— 51		
	80				— 51	— 46	— 44	— 43	— 44	— 46	— 49′	
	85					— 44	— 42	— 40	— 40	— 41	— 44	
40	0			+ 1								
	10		+ 11	0	— 9							
	20	+ 21	+ 6	— 3	— 11	— 18						
	30	+ 9	— 1	— 9	— 14	— 20	— 27					
	40	— 6	— 11	— 15	— 19	— 24	— 29	— 35				
	50	— 26	— 23	— 24	— 25	— 28	— 31	— 35	— 42			
	60	— 48	— 37	— 32	— 31	— 32	— 34	— 38	— 42	— 46		
	70		— 52	— 43	— 39	— 38	— 38	— 39	— 41	— 45	— 49	
	80			— 52	— 44	— 41	— 39	— 39	— 39	— 41	— 44	— 49′
	85				— 44	— 39	— 37	— 35	— 35	— 37	— 39	— 43

Π	$\frac{\Pi}{\Pi_0}$
53′	0.93
54	95
55	96
56	0.98
57	1.00
58	02
59	04
60	05
61	1.07

34. Genäherte Reduktion der scheinbaren auf wahre Monddistanz für $\Pi_0 = 57'$ (Schluß).

Scheinbare ZD		Scheinbare Distanz											
⊙	☾	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°
50°	0°				+ 1′								
	10			+ 11′	0	— 9′							
	20		+ 20′	+ 8	— 2	— 10	— 18′						
	30	+ 29′	+ 13	+ 2	— 5	— 13	— 19	— 27′					
	40	+ 14	+ 3	— 4	— 10	— 16	— 21	— 28	— 34′				
	50	— 5	— 9	— 13	— 16	— 20	— 24	— 29	— 34	— 41′			
	60	— 27	— 23	— 21	— 23	— 25	— 27	— 30	— 34	— 40	— 46′		
	70	— 52	— 38	— 32	— 30	— 29	— 30	— 31	— 34	— 38	— 43	— 49′	
	80		— 52	— 41	— 35	— 33	— 32	— 32	— 32	— 34	— 38	— 42	— 49′
	85			— 42	— 37	— 32	— 30	— 29	— 30	— 31	— 32	— 35	— 41
60	0					+ 2							
	10				+ 12	+ 1	— 8						
	20			+ 21	+ 10	0	— 9	— 17					
	30		+ 29	+ 16	+ 5	— 3	— 11	— 18	— 26				
	40	+ 38	+ 19	+ 9	+ 1	— 6	— 13	— 19	— 26	— 34			
	50	+ 18	+ 8	0	— 5	— 11	— 15	— 20	— 26	— 33	— 41		
	60	— 4	— 6	— 10	— 12	— 15	— 18	— 22	— 26	— 31	— 38	— 46	
	70	— 28	— 21	— 19	— 19	— 20	— 21	— 24	— 26	— 30	— 34	— 41	— 49
	80	— 53	— 37	— 30	— 26	— 25	— 24	— 24	— 25	— 27	— 30	— 33	— 40
	85		— 41	— 32	— 27	— 25	— 24	— 23	— 23	— 24	— 26	— 28	— 32
70	0						+ 3						
	10					+ 13	+ 2	— 6					
	20				+ 21	+ 11	+ 1	— 8	— 16				
	30			+ 30	+ 18	+ 9	0	— 9	— 16	— 25			
	40		+ 39	+ 24	+ 13	+ 4	— 2	— 10	— 17	— 25	— 32		
	50	+ 45	+ 26	+ 15	+ 6	0	— 5	— 11	— 17	— 24	— 31	— 40	
	60	+ 23	+ 12	+ 5	0	— 4	— 9	— 13	— 17	— 22	— 28	— 35	— 45
	70	— 2	— 4	— 6	— 8	— 10	— 12	— 14	— 17	— 20	— 25	— 30	— 38
	80	— 28	— 20	— 17	— 15	— 15	— 15	— 16	— 17	— 18	— 22	— 25	— 29
	85	— 37	— 26	— 20	— 17	— 16	— 15	— 15	— 16	— 16	— 18	— 20	— 23
80	0							+ 5					
	10						+ 15	+ 5	— 4				
	20					+ 25	+ 14	+ 4	— 4	— 14			
	30				+ 33	+ 21	+ 12	+ 3	— 4	— 13	— 23		
	40			+ 40	+ 28	+ 18	+ 10	+ 2	— 5	— 13	— 21	— 30	
	50		+ 48	+ 32	+ 21	+ 13	+ 7	0	— 6	— 12	— 19	— 27	— 37
	60	+ 54	+ 32	+ 22	+ 14	+ 8	+ 3	— 2	— 7	— 12	— 17	— 25	— 31
	70	+ 27	+ 16	+ 10	+ 5	+ 2	— 2	— 4	— 8	— 11	— 14	— 19	— 25
	80	+ 1	0	— 2	— 3	— 4	— 5	— 6	— 8	— 10	— 12	— 14	— 17
	85	— 13	— 10	— 8	— 7	— 6	— 6	— 7	— 8	— 9	— 10	— 11	— 13
85	10							+ 15	+ 5	— 4			
	20						+ 24	+ 14	+ 5	— 4			
	30					+ 32	+ 21	+ 13	+ 4	— 4	— 13		
	40				+ 40	+ 28	+ 18	+ 11	+ 3	— 4	— 12	— 20	
	50			+ 45	+ 32	+ 23	+ 15	+ 9	+ 2	— 4	— 11	— 18	— 27
	60		+ 47	+ 33	+ 24	+ 16	+ 11	+ 5	+ 1	— 4	— 10	— 15	— 22
	70	+ 46	+ 29	+ 20	+ 14	+ 10	+ 5	+ 2	— 1	— 4	— 8	— 12	— 16
	80	+ 16	+ 10	+ 6	+ 3	+ 2	0	0	— 2	— 4	— 6	— 8	— 10
	85	+ 1	0	— 1	— 1	— 1	— 2	— 2	— 3	— 3	— 4	— 5	— 6

Π	$\frac{\Pi}{\Pi_0}$
53′	0.93
54	95
55	96
56	0.98
57	1.00
58	02
59	04
60	05
61	1.07

35. Zur Berechnung der Distanz naher Sterne.

$\Delta\,\alpha$	a		$\Delta\,\delta$	b		log sin $\frac{1}{2}$ s	b	
0^s	5.560 636		0″	5.615 455		6.50	5.615 455	
40	560 636	0	500	615 455	0	7.00	615 455	0
80	560 635	1	1000	615 456	1	7.50	615 456	1
120	560 634	1	1500	615 456	0	7.60	615 456	0
160	560 633	1	2000	615 457	1	7.70	615 457	1
200	5.560 632	1	2500	5.615 458	1	7.80	5.615 458	1
240	560 630	2	3000	615 459	1	7.90	615 460	2
280	560 628	2	3500	615 460	1	8.00	615 462	2
320	560 626	2	4000	615 462	2	8.05	615 464	2
360	560 623	3	4500	615 464	2	8.10	615 467	3
400	5.560 621	2	5000	5.615 466	2	8.15	5 615 469	2
440	560 617	4	5500	615 468	2	8.20	615 473	4
			6000	615 470	2			
			6500	615 473	3			

$$\log \operatorname{tg} N = \log \Delta\,\alpha^{(s)} - \log \Delta\,\delta^{(\prime\prime)} + \log \sqrt{\cos \delta_1 \cos \delta_2} + a + b$$

$$\log \sin \tfrac{1}{2} s = \log \Delta\,\delta^{(\prime\prime)} - b - \log \cos N$$

$$\log s^{(\prime\prime)} = \log \sin \tfrac{1}{2} s + b$$

36a. Präzession in Rektaszension p_α.

α \ δ	$+60^0$	$+50^0$	$+40^0$	$+30^0$	$+20^0$	$+10^0$	0^0	-10^0	-20^0	-30^0	-40^0	-50^0	-60^0	α \ δ
0^h	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	3^s07	0^h
1	3.67	3.48	3.36	3.27	3.20	3.13	3.07	3.01	2.95	2.87	2.78	2.66	2.47	1
2	4.23	3.87	3.63	3.46	3.32	3.19	3.07	2.95	2.83	2.69	2.51	2.28	1.92	2
3	4.71	4.20	3.87	3.62	3.42	3.24	3.07	2.91	2.73	2.53	2.28	1.95	1.44	3
4	5.08	4.45	4.04	3.74	3.49	3.28	3.07	2.87	2.65	2.41	2.10	1.69	1.07	4
5	5.31	4.61	4.16	3.82	3.54	3.30	3.07	2.84	2.60	2.33	1.99	1.53	0.84	5
6	5.39	4.67	4.19	3.84	3.56	3.31	3.07	2.84	2.59	2.30	1.95	1.48	0.76	6
7	5.31	4.61	4.16	3.82	3.54	3.30	3.07	2.84	2.60	2.33	1.99	1.53	0.84	7
8	5.08	4.45	4.04	3.74	3.49	3.28	3.07	2.87	2.65	2.41	2.10	1.69	1.07	8
9	4.71	4.20	3.87	3.62	3.42	3.24	3.07	2.91	2.73	2.53	2.28	1.95	1.44	9
10	4.23	3.87	3.63	3.46	3.32	3.19	3.07	2.95	2.83	2.69	2.51	2.28	1.92	10
11	3.67	3.48	3.36	3.27	3.20	3.13	3.07	3.01	2.95	2.87	2.78	2.66	2.47	11
12	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	12
13	2.47	2.66	2.78	2.87	2.95	3.01	3.07	3.13	3.20	3.27	3.36	3.48	3.67	13
14	1.92	2.28	2.51	2.69	2.83	2.95	3.07	3.19	3.32	3.46	3.63	3.87	4.23	14
15	1.44	1.95	2.28	2.53	2.73	2.91	3.07	3.24	3.42	3.62	3.87	4.20	4.71	15
16	1.07	1.69	2.10	2.41	2.65	2.87	3.07	3.28	3.49	3.74	4.04	4.45	5.08	16
17	0.84	1.53	1.99	2.33	2.60	2.84	3.07	3.30	3.54	3.82	4.16	4.61	5.31	17
18	0.76	1.48	1.95	2.30	2.59	2.84	3.07	3.31	3.56	3.84	4.19	4.67	5.39	18
19	0.84	1.53	1.99	2.33	2.60	2.84	3.07	3.30	3.54	3.82	4.16	4.61	5.31	19
20	1.07	1.69	2.10	2.41	2.65	2.87	3.07	3.28	3.49	3.74	4.04	4.45	5.08	20
21	1.44	1.95	2.28	2.53	2.73	2.91	3.07	3.24	3.42	3.62	3.87	4.20	4.71	21
22	1.92	2.28	2.51	2.69	2.83	2.95	3.07	3.19	3.32	3.46	3.63	3.87	4.23	22
23	2.47	2.66	2.78	2.87	2.95	3.01	3.07	3.13	3.20	3.27	3.36	3.48	3.67	23
24	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	24

36b. Präzession in Deklination p_δ.

α		p_δ		α	
+	—			—	+
$0^h\ 0^m$	$12^h\ 0^m$	20.0	0	$12^h\ 0^m$	$24^h\ 0^m$
10	10	20.0	0	11 50	23 50
20	20	20.0	1	40	40
30	30	19.9	2	30	30
40	40	19.7	1	20	20
50	50	19.6	2	11 10	23 10
1 0	13 0	19.4	3	11 0	23 0
10	10	19.1	3	10 50	22 50
20	20	18.8	3	40	40
30	30	18.5	3	30	30
40	40	18.2	4	20	20
50	50	17.8	4	10 10	22 10
2 0	14 0	17.4	5	10 0	22 0
10	10	16.9	5	9 50	21 50
20	20	16.4	5	40	40
30	30	15.9	5	30	30
40	40	15.4	6	20	20
50	50	14.8	6	9 10	21 10
3 0	15 0	14.2	7	9 0	21 0
10	10	13.5	6	8 50	20 50
20	20	12.9	7	40	40
30	30	12.2	7	30	30
40	40	11.5	7	20	20
50	50	10.8	8	8 10	20 10
4 0	16 0	10.0	7	8 0	20 0
10	10	9.3	8	7 50	19 50
20	20	8.5	8	40	40
30	30	7.7	8	30	30
40	40	6.9	9	20	20
50	50	6.0	8	7 10	19 10
5 0	17 0	5.2	9	7 0	19 0
10	10	4.3	8	6 50	18 50
20	20	3.5	9	40	40
30	30	2.6	9	30	30
40	40	1.7	8	20	20
50	50	0.9	9	6 10	18 10
6 0	18 0	0.0		6 0	18 0
+	—			—	+

37. Zur Berechnung der Präzession in Rektaszension und Deklination und in den Bahnelementen.

Trop. Jahr	$m^{(s)}$	$\log m^{(s)}$	$\log n^{(s)}$	$n^{(\prime\prime)}$	$\log n^{(\prime\prime)}$	p	$\log \pi$	Π	ε
1750	$3^s.0695$	0.48707	0.12623	20″.060	1.30232	50″.223	9.6740	172° 34′.9	23° 28′ 18″.5
1760	.0697	48710	12621	.059	30230	.225	6740	172 40.4	28 13.8
1770	.0699	48713	12620	.058	30229	.227	6739	172 45.9	28 9.2
1780	.0701	48715	12618	.057	30227	.230	6738	172 51.4	28 4.5
1790	.0703	48718	12616	.056	30225	.232	6738	172 56.8	27 59.8
1800	3.0705	0.48721	0.12614	20.055	1.30223	50.234	9.6737	173 2.3	23 27 55.1
1810	.0707	48723	12612	.054	30221	.236	6736	173 7.8	27 50.4
1820	.0708	48726	12610	.054	30219	.238	6736	173 13.3	27 45.7
1830	.0710	48728	12608	.053	30218	.241	6735	173 18.7	27 41.0
1840	.0712	48731	12607	.052	30216	.243	6735	173 24.2	27 36.4
1850	3.0714	0.48734	0.12605	20.051	1.30214	50.245	9.6734	173 29.7	23 27 31.7
1860	.0716	48736	12603	.050	30212	.247	6733	173 35.2	27 27.0
1870	.0718	48739	12601	.049	30210	.250	6733	173 40.6	27 22.3
1880	.0720	48742	12599	.049	30208	.252	6732	173 46.1	27 17.6
1890	.0722	48744	12597	.048	30206	.254	6732	173 51.6	27 12.9
1900	3.0723	0.48747	0.12596	20.047	1.30205	50.256	9.6731	173 57.1	23 27 8.3
1910	.0725	48749	12594	.046	30203	.259	6730	174 2.5	27 3.6
1920	.0727	48752	12592	.045	30201	.261	6730	174 8.0	26 58.9
1930	.0729	48755	12590	.044	30199	.263	6729	174 13.5	26 54.2
1940	.0731	48757	12588	.043	30197	.265	6728	174 19.0	26 49.5
1950	3.0733	0.48760	0.12586	20.043	1.30195	50.268	9.6728	174 24.4	23 26 44.8

$$p_\alpha = m^{(s)} + n^{(s)} \sin \alpha \operatorname{tg} \delta$$

$$p_\delta = n^{(\prime\prime)} \cos \alpha$$

System der Ekliptik.

$$\Omega_1 = \Omega_0 + \{p - \pi \operatorname{cotg} i_m \sin (\Pi - \Omega_m)\} (t_1 - t_0)$$

$$i_1 = i_0 - \{\pi \cos (\Pi - \Omega_m)\} (t_1 - t_0)$$

$$\omega_1 = \omega_0 + \{\pi \operatorname{cosec} i_m \sin (\Pi - \Omega_m)\} (t_1 - t_0)$$

System des Äquators.

$$\Omega'_1 = \Omega'_0 + \{m - n \operatorname{cotg} i'_m \cos \Omega'_m\} (t_1 - t_0)$$

$$i'_1 = i'_0 - n \sin \Omega'_m (t_1 - t_0)$$

$$\omega'_1 = \omega'_0 + n \cos \Omega'_m \operatorname{cosec} i'_m (t_1 - t_0)$$

38 a. Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination.

1) $A = 10\, n \sin 1' \cos \alpha \operatorname{tang} \delta$

α \ δ	0°	8°	16°	24°	32°	40°	48°	δ / α
+								—
$24^h\ 0^m$	$0^s.000$	$0^s.008$	$0^s.017$	$0^s.026$	$0^s.036$	$0^s.049$	$0^s.065$	$12^h\ 0^m$
23 50	000	008	017	026	036	049	065	11 50
40	000	008	017	026	036	049	065	40
30	000	008	017	026	036	048	064	30
20	000	008	016	026	036	048	064	20
23 10	000	008	016	025	036	048	063	11 10
23 0	0.000	0.008	0.016	0.025	0.035	0.047	0.063	11 0
22 50	000	008	016	025	035	047	062	10 50
40	000	008	016	024	034	046	061	40
30	000	008	015	024	034	045	060	30
20	000	007	015	024	033	044	059	20
22 10	000	007	015	023	032	043	057	10 10
22 0	0.000	0.007	0.014	0.022	0.032	0.042	0.056	10 0
21 50	000	007	014	022	031	041	055	9 50
40	000	007	014	021	030	040	053	40
30	000	006	013	021	029	039	051	30
20	000	006	013	020	028	037	050	20
21 10	000	006	012	019	027	036	048	9 10
21 0	0.000	0.006	0.012	0.018	0.026	0.035	0.046	9 0
20 50	000	006	011	018	025	033	044	8 50
40	000	005	011	017	023	031	042	40
30	000	005	010	016	022	030	039	30
20	000	005	010	015	021	028	037	20
20 10	000	004	009	014	020	026	035	8 10
20 0	0.000	0.004	0.008	0.013	0.018	0.024	0.032	8 0
19 50	000	004	008	012	017	023	030	7 50
40	000	003	007	011	015	021	027	40
30	000	003	006	010	014	019	025	30
20	000	003	006	009	012	017	022	20
19 10	000	002	005	008	011	015	019	7 10
19 0	0.000	0.002	0.004	0.007	0.009	0.013	0.017	7 0
18 50	000	002	004	006	008	011	014	6 50
40	000	001	003	005	006	008	011	40
30	000	001	002	003	005	006	009	30
20	000	001	001	002	003	004	006	20
18 10	000	000	001	001	002	002	003	6 10
18 0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6 0
+								—

Die Vorzeichen gelten für nördliche Deklination; für südliche Deklinationen sind die Vorzeichen umzukehren.

$$10 \cdot P'(\alpha) = A \cdot \Delta\alpha^m + B \cdot \Delta\delta'$$

38 a. Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination.

1) $A = 10\, n \sin 1' \cos \alpha \operatorname{tang} \delta$ (Fortsetzung)

α \ δ		48°	56°	60°	64°	68°	70°	δ / α	
+	+							—	—
$24^h\ 0^m$	$0^h\ 0^m$	$0^s.065$	$0^s.086$	$0^s.101$	$0^s.120$	$0^s.144$	$0^s.160$	$12\ 0^m$	$12^h\ 0^m$
23 50	10	065 0	086 0	101 0	119 1	144 0	160 0	11 50	10
40	20	065 0	086 0	101 0	119 0	144 1	160 0	40	20
30	30	064 1	086 0	100 1	118 1	143 1	159 1	30	30
20	40	064 0	085 1	099 1	118 0	142 1	158 1	20	40
23 10	50	063 1	084 1	099 0	117 1	141 1	156 2	11 10	50
		0	1	1	2	2	1		
23 0	1 0	0.063 1	0.083 1	0.098 2	0.115 1	0.139 1	0.155 2	11 0	13 0
22 50	10	062 1	082 1	096 1	114 2	138 2	153 2	10 50	10
40	20	061 1	081 1	095 2	112 2	136 3	151 3	40	20
30	30	060 1	080 1	093 1	110 2	133 2	148 3	30	30
20	40	059 2	078 1	092 2	108 2	131 3	145 3	20	40
22 10	50	057 1	077 2	090 2	106 2	128 3	142 3	10 10	50
		1	2	3	2	3	3		
22 0	2 0	0.056 1	0.075 2	0.087 2	0.104 3	0.125 3	0.139 4	10 0	14 0
21 50	10	055 2	073 2	085 2	101 3	122 4	135 4	9 50	10
40	20	053 2	071 2	083 3	098 3	118 4	131 4	40	20
30	30	051 1	068 3	080 3	095 3	114 4	127 4	30	30
20	40	050 2	066 2	077 3	092 3	111 3	123 4	20	40
21 10	50	048 2	064 2	074 3	088 4	106 5	118 5	9 10	50
		2	3	3	3	4	5		
21 0	3 0	0.046 2	0.061 3	0.071 3	0.085 4	0.102 5	0.113 5	9 0	15 0
20 50	10	044 2	058 3	068 3	081 4	097 5	108 5	8 50	10
40	20	042 2	056 2	065 3	077 4	093 4	103 5	40	20
30	30	039 3	053 3	061 4	073 4	088 5	097 6	30	30
20	40	037 2	050 3	058 3	069 4	083 5	092 5	20	40
20 10	50	035 2	046 4	054 4	064 5	078 5	086 6	8 10	50
		3	3	4	4	6	6		
20 0	4 0	0.032 2	0.043 3	0.050 4	0.060 5	0.072 5	0.080 6	8 0	16 0
19 50	10	030 3	040 3	047 3	055 5	067 6	074 6	7 50	10
40	20	027 3	037 3	043 4	051 4	061 6	068 6	40	20
30	30	025 2	033 4	039 4	046 5	055 6	061 7	30	30
20	40	022 3	030 3	035 4	041 5	049 6	055 6	20	40
19 10	50	019 3	026 4	030 5	036 5	043 6	048 7	7 10	50
		2	4	4	5	6	7		
19 0	5 0	0.017 3	0.022 4	0.026 4	0.031 5	0.037 6	0.041 6	7 0	17 0
18 50	10	014 3	019 4	022 4	026 5	031 6	035 7	6 50	10
40	20	011 2	015 4	018 5	021 5	025 6	028 7	40	20
30	30	009 3	011 4	013 5	016 5	019 6	021 7	30	30
20	40	006 3	008 4	009 4	010 6	013 6	014 7	20	40
18 10	50	003 3	004 4	004 5	005 5	006 7	007 7	6 10	50
		3	4	4	5	6	7		
18 0	6 0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6 0	18 0
+	+							—	—

Die Vorzeichen gelten für nördliche Deklination; für südliche Deklinationen sind die Vorzeichen umzukehren.

$$10 \cdot P'(\alpha) = A \cdot \Delta\alpha^m + B \cdot \Delta\delta'$$

38 a. Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination.

1) $A = 10 n \sin 1' \cos \alpha \operatorname{tang} \delta$ (Schluß)

α \ δ	70°	72°	74°	76°	78°	80°	δ \ α
+	+						—	—
$24^h\ 0^m$	$0^s.160$	$0^s.179$	$0^s.203$	$0^s.234$	$0^s.274$	$0^s.331$	$12^h\ 0^m$	$12\ 0^m$
23 50	10	179	203	233	274	330	11 50	10
40	20	179	203	233	273	329	40	20
30	30	178	201	232	272	328	30	30
20	40	177	200	230	270	326	20	40
23 10	50	175	198	228	268	323	11 10	50
23 0	1 0	0.173	0.196	0.226	0.265	0.319	11 0	13 0
22 50	10	171	194	223	261	315	10 50	10
40	20	169	191	220	258	311	40	20
30	30	166	188	216	253	305	30	30
20	40	163	184	212	249	300	20	40
22 10	50	159	180	207	243	293	10 10	50
22 0	2 0	0.155	0.176	0.203	0.238	0.286	10 0	14 0
21 50	10	151	171	197	231	279	9 50	10
40	20	147	167	192	225	271	40	20
30	30	142	161	185	217	262	30	30
20	40	137	156	179	210	253	20	40
21 10	50	132	150	172	202	244	9 10	50
21 0	3 0	0.127	0.144	0.165	0.194	0.234	9 0	15 0
20 50	10	121	137	158	185	223	8 50	10
40	20	115	131	150	176	213	40	20
30	30	109	124	142	167	201	30	30
20	40	103	117	134	157	190	20	40
20 10	50	096	109	126	147	178	8 10	50
20 0	4 0	0.090	0.102	0.117	0.137	0.165	8 0	16 0
19 50	10	083	094	108	127	153	7 50	10
40	20	076	086	099	116	140	40	20
30	30	069	078	089	105	126	30	30
20	40	061	070	080	094	113	20	40
19 10	50	054	061	070	082	099	7 10	50
19 0	5 0	0.046	0.053	0.061	0.071	0.086	7 0	17 0
18 50	10	039	044	051	059	072	6 50	10
40	20	031	035	041	048	057	40	20
30	30	023	026	031	036	043	30	30
20	40	016	018	020	024	029	20	40
18 10	50	008	009	010	012	014	6 10	50
18 0	6 0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6 0	18 0
+	+						—	—

Die Vorzeichen gelten für nördliche Deklination; für südliche Deklinationen sind die Vorzeichen umzukehren.

$$10 \cdot P'(\alpha) = A \cdot \Delta \alpha^m + B \cdot \Delta \delta'$$

38 a. Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination.

2) $B = 10 \cdot \frac{1}{15}\, n \sin 1' \sin \alpha \sec^2 \delta$

α \ δ		0°	8°	16°	24°	32°	40°	48°	δ / α	
+	+								—	—
$12^h\ 0^m$	$0^h\ 0^m$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	$12^h\ 0^m$	$24^h\ 0^m$
11 50	10	000 0	000 0	000 0	000 0	000 0	000 0	000 0	10	23 50
40	20	000 0	000 0	000 0	000 0	000 0	001 1	001 1	20	40
30	30	000 0	000 0	001 1	001 1	001 1	001 0	001 0	30	30
20	40	001 1	001 1	001 0	001 0	001 0	001 0	002 1	40	20
11 10	50	001 0	001 0	001 0	001 0	001 0	001 0	002 0	50	23 10
		0	0	0	0	0	1	0		
11 0	1 0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	13 0	23 0
10 50	10	001 0	001 0	001 0	001 0	002 1	002 0	003 1	10	22 50
40	20	001 0	001 0	001 0	002 1	002 0	002 0	003 0	20	40
30	30	001 0	001 0	002 1	002 0	002 0	003 1	003 0	30	30
20	40	002 1	002 1	002 0	002 0	002 0	003 0	004 1	40	20
10 10	50	002 0	002 0	002 0	002 0	002 0	003 0	004 0	50	22 10
		0	0	0	0	1	0	0		
10 0	2 0	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	14 0	22 0
9 50	10	002 0	002 0	002 0	002 0	003 0	004 1	005 0	10	21 50
40	20	002 0	002 0	002 0	003 1	003 0	004 0	005 0	20	40
30	30	002 0	002 0	003 1	003 0	003 0	004 0	005 1	30	30
20	40	002 0	003 1	003 0	003 0	003 0	004 0	006 0	40	20
9 10	50	003 1	003 0	003 0	003 0	004 1	004 0	006 0	50	21 10
		0	0	0	0	0	1	0		
9 0	3 0	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.006	15 0	21 0
8 50	10	003 0	003 0	003 0	003 0	004 0	005 0	006 0	10	20 50
40	20	003 0	003 0	003 0	004 1	004 0	005 0	007 1	20	40
30	30	003 0	003 0	003 0	004 0	004 0	005 0	007 0	30	30
20	40	003 0	003 0	003 0	004 0	004 0	005 0	007 0	40	20
8 10	50	003 0	003 0	004 1	004 0	005 1	006 1	007 0	50	20 10
		0	0	0	0	0	0	1		
8 0	4 0	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.006	0.008	16 0	20 0
7 50	10	003 0	003 0	004 0	004 0	005 0	006 0	008 0	10	19 50
40	20	004 1	004 1	004 0	004 0	005 0	006 0	008 0	20	40
30	30	004 0	004 0	004 0	004 0	005 0	006 0	008 0	30	30
20	40	004 0	004 0	004 0	004 0	005 0	006 0	008 0	40	20
7 10	50	004 0	004 0	004 0	004 0	005 0	006 0	008 0	50	19 10
		0	0	0	0	0	0	0		
7 0	5 0	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.006	0.008	17 0	19 0
6 50	10	004 0	004 0	004 0	005 1	005 0	007 1	008 0	10	18 50
40	20	004 0	004 0	004 0	005 0	005 0	007 0	009 1	20	40
30	30	004 0	004 0	004 0	005 0	005 0	007 0	009 0	30	30
20	40	004 0	004 0	004 0	005 0	005 0	007 0	009 0	40	20
6 10	50	004 0	004 0	004 0	005 0	005 0	007 0	009 0	50	18 10
		0	0	0	0	0	0	0		
6 0	6 0	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.007	0.009	18 0	18 0
+	+								—	—

$$10 \cdot P'(\alpha) = A \cdot \Delta\alpha^m + B \cdot \Delta\delta'$$

38 a. Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination.

2) $B = 10 \cdot \frac{1}{15}\, n \sin 1' \sin \alpha \sec^2 \delta$ (Fortsetzung)

α \ δ	48°	56°	60°	64°	68°	70°	δ \ α
+							—
$12^h\ 0^m$	$0^s.000$	$0^s.000$	$0^s.000$	$0^s.000$	$0^s.000$	$0^s.000$	$12^h\ 0^m$
11 50	000 0	001 1	001 1	001 1	001 1	001 1	10
40	001 1	001 0	001 0	002 1	002 1	003 2	20
30	001 0	002 1	002 1	003 1	004 2	004 1	30
20	002 1	002 0	003 1	004 1	005 1	006 2	40
11 10	002 0	003 1	003 0	004 0	006 1	007 1	50
	0	0	1	1	1	2	
11 0	0.002 1	0.003 1	0.004 1	0.005 1	0.007 1	0.009 1	13 0
10 50	003 0	004 0	005 0	006 1	008 1	010 1	10
40	003 0	004 1	005 1	007 1	009 1	011 1	20
30	003 1	005 0	006 1	008 1	011 2	013 2	30
20	004 0	005 1	007 1	009 1	012 1	014 1	40
10 10	004 0	006 0	007 0	009 0	013 1	015 1	50
	0	0	1	1	1	2	
10 0	0.004 1	0.006 1	0.008 0	0.010 1	0.014 1	0.017 1	14 0
9 50	005 0	007 0	008 1	011 1	015 1	018 1	10
40	005 0	007 1	009 0	012 1	016 1	019 1	20
30	005 1	008 0	009 1	012 0	017 1	020 1	30
20	006 0	008 0	010 0	013 1	018 1	021 1	40
9 10	006 0	008 0	010 0	014 1	019 1	022 1	50
	0	1	1	0	1	1	
9 0	0.006 0	0.009 0	0.011 0	0.014 1	0.020 0	0.023 1	15 0
8 50	006 1	009 1	011 1	015 0	020 1	024 1	10
40	007 0	010 0	012 0	015 1	021 1	025 1	20
30	007 0	010 0	012 1	016 1	022 1	026 1	30
20	007 0	010 1	013 0	017 1	023 1	027 1	40
8 10	007 1	011 0	013 0	017 0	023 0	028 1	50
	1	0	0	1	1	1	
8 0	0.008 0	0.011 0	0.013 1	0.018 0	0.024 1	0.029 0	16 0
7 50	008 0	011 0	014 0	018 0	025 0	030 1	10
40	008 0	011 0	014 0	019 1	026 0	031 1	20
30	008 0	011 1	014 1	019 0	026 0	031 0	30
20	008 0	012 0	015 0	019 0	026 0	032 1	40
7 10	008 0	012 0	015 0	019 0	026 0	032 1	50
	0	0	0	1	1	0	
7 0	0.008 0	0.012 0	0.015 0	0.020 0	0.027 0	0.032 0	17 0
6 50	008 1	012 0	015 0	020 0	027 0	032 1	10
40	009 0	012 0	015 0	020 0	027 0	033 0	20
30	009 0	012 0	015 0	020 0	027 1	033 0	30
20	009 0	012 0	015 0	020 0	028 0	033 0	40
6 10	009 0	012 0	015 0	020 0	028 0	033 0	50
	0	0	0	0	0	0	
6 0	0.009	0.012	0.015	0.020	0.028	0.033	18 0
+							—
$0^h\ 0^m$							$24^h\ 0^m$

$$10 \cdot P'(\alpha) = A \cdot \Delta\alpha^m + B \cdot \Delta\delta'$$

38a. Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination.

2) $B = 10 \cdot \frac{1}{15} n \sin 1' \sin \alpha \sec^2 \delta$ (Schluß)

α \ δ	70°	72°	74°	76°	78°	80°	δ \ α
+	+						—	—
$12^h\ 0^m$	$0^s.000$	$0^s.000$	$0^s.000$	$0^s.000$	$0^s.000$	$0^s.000$	$12^h\ 0^m$	$24^h\ 0^m$
11 50	001 1	002 2	002 2	003 3	004 4	006 6	10	23 50
40	003 2	004 2	004 2	006 3	008 4	011 5	20	40
30	004 1	005 1	007 3	009 3	012 4	017 6	30	30
20	006 2	007 2	009 2	012 3	016 4	022 5	40	20
11 10	007 1	009 2	011 2	014 2	019 3	028 6	50	23 10
	2	2	2	3	4	5		
11 0	0.009	0.011	0.013	0.017	0.023	0.033	13 0	23 0
10 50	010 1	012 1	015 2	020 3	027 4	039 6	10	22 50
40	011 1	014 2	017 2	023 3	031 4	044 5	20	40
30	013 2	016 2	020 3	025 2	034 3	049 5	30	30
20	014 1	017 1	022 2	028 3	038 4	054 5	40	20
10 10	015 1	019 2	024 2	031 3	042 4	059 5	50	22 10
	2	1	2	2	3	5		
10 0	0.017	0.020	0.026	0.033	0.045	0.064	14 0	22 0
9 50	018 1	022 2	027 1	036 3	048 3	069 5	10	21 50
40	019 1	023 1	029 2	038 2	052 4	074 5	20	40
30	020 1	025 2	031 2	040 2	055 3	078 4	30	30
20	021 1	026 1	033 2	043 3	058 3	083 5	40	20
9 10	022 1	027 1	035 2	045 2	061 3	087 4	50	21 10
	1	2	1	2	3	4		
9 0	0.023	0.029	0.036	0.047	0.064	0.091	15 0	21 0
8 50	024 1	030 1	038 2	049 2	066 2	095 4	10	20 50
40	025 1	031 1	039 1	051 2	069 3	099 4	20	40
30	026 1	032 1	041 2	053 2	071 2	102 3	30	30
20	027 1	033 1	042 1	054 1	074 3	106 4	40	20
8 10	028 1	034 1	043 1	056 2	076 2	109 3	50	20 10
	1	1	1	2	2	3		
8 0	0.029	0.035	0.044	0.058	0.078	0.112	16 0	20 0
7 50	029 0	036 1	045 1	059 1	080 2	114 2	10	19 50
40	030 1	037 1	046 1	060 1	082 2	117 3	20	40
30	031 1	038 1	047 1	061 1	083 1	119 2	30	30
20	031 0	038 0	048 1	062 1	085 2	121 2	40	20
7 10	032 1	039 1	049 1	063 1	086 1	123 2	50	19 10
	0	0	0	1	1	2		
7 0	0.032	0.039	0.049	0.064	0.087	0.125	17 0	19 0
6 50	032 0	040 1	050 1	065 1	088 1	126 1	10	18 50
40	033 1	040 0	050 0	065 0	089 1	127 1	20	40
30	033 0	040 0	051 1	066 1	089 0	128 1	30	30
20	033 0	041 1	051 0	066 0	090 1	128 0	40	20
6 10	033 0	041 0	051 0	066 0	090 0	129 1	50	18 10
	0	0	0	0	0	0		
6 0	0.033	0.041	0.051	0.066	0.090	0.129	18 0	18 0
+	+						—	—

$$10 \cdot P'(\alpha) = A \cdot \Delta\alpha^m + B \cdot \Delta\delta'$$

38 a. Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination.

3) $C = -10 \cdot 15\, n \sin 1' \sin \alpha$

α		α		C		α		α	
12^h	0^m	0^h	0^m	$-0''000$	+	12^h	0^m	24^h	0^m
11	50		10	038 38			10	23	50
	40		20	076 38			20		40
	30		30	114 38			30		30
	20		40	152 38			40		20
11	10		50	189 37			50	23	10
				37					
11	0	1	0	-0.226	+	13	0	23	0
10	50		10	263 37			10	22	50
	40		20	299 36			20		40
	30		30	335 35			30		30
	20		40	370 34			40		20
10	10		50	404			50	22	10
				33					
10	0	2	0	-0.437	+	14	0	22	0
9	50		10	470 33			10	21	50
	40		20	502 32			20		40
	30		30	533 31			30		30
	20		40	562 29			40		20
9	10		50	591 29			50	21	10
				27					
9	0	3	0	-0.618	+	15	0	21	0
8	50		10	645 27			10	20	50
	40		20	670 25			20		40
	30		30	694 24			30		30
	20		40	716 22			40		20
8	10		50	737 21			50	20	10
				20					
8	0	4	0	-0.757	+	16	0	20	0
7	50		10	776 19			10	19	50
	40		20	793 17			20		40
	30		30	808 15			30		30
	20		40	822 14			40		20
7	10		50	834 12			50	19	10
				11					
7	0	5	0	-0.845	+	17	0	19	0
6	50		10	854 9			10	18	50
	40		20	861 7			20		40
	30		30	867 6			30		30
	20		40	871 4			40		20
6	10		50	874 3			50	18	10
				1					
6	0	6	0	-0.875	+	18	0	18	0

$$10 \cdot P'(\delta) = C \cdot \Delta\alpha^m$$

38 b. Zehnjährige Präzession in Positionswinkel.

$10 \cdot P'(p) = 10\, n \sin \alpha \sec \delta$

α \ δ		0°	8°	16°	24°	32°	40°	48°	δ \ α	
+	+								—	—
$12^h\ 0^m$	$0^h\ 0^m$	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	$12^h\ 0^m$	$24^h\ 0^m$
11 50	10	0.15 15	0.15 15	0.15 15	0.16 16	0.17 17	0.19 19	0.22 22	10	23 50
40	20	0.29 14	0.29 14	0.30 15	0.32 16	0.34 17	0.38 19	0.44 22	20	40
30	30	0.44 15	0.44 15	0.45 15	0.48 16	0.51 17	0.57 19	0.66 22	30	30
20	40	0.58 14	0.59 15	0.60 15	0.64 16	0.68 17	0.76 19	0.87 21	40	20
11 10	50	0.73 15	0.73 14	0.75 15	0.80 16	0.85 17	0.95 19	1.08 21	50	23 10
		14	14	15	15	17	18	21		
11 0	1 0	0.87	0.87	0.90	0.95	1.02	1.13	1.29	13 0	23 0
10 50	10	1.01 14	1.01 14	1.05 15	1.10 15	1.19 17	1.31 18	1.50 21	10	22 50
40	20	1.14 13	1.15 14	1.19 14	1.25 15	1.35 16	1.49 18	1.71 21	20	40
30	30	1.28 14	1.29 14	1.33 14	1.40 15	1.51 16	1.67 18	1.91 20	30	30
20	40	1.41 13	1.43 14	1.47 14	1.55 15	1.66 15	1.84 17	2.11 20	40	20
10 10	50	1.54 13	1.56 13	1.61 14	1.69 14	1.82 16	2.01 17	2.31 20	50	22 10
		13	13	13	14	15	17	19		
10 0	2 0	1.67	1.69	1.74	1.83	1.97	2.18	2.50	14 0	22 0
9 50	10	1.80 13	1.82 13	1.87 13	1.97 14	2.12 15	2.34 16	2.68 18	10	21 50
40	20	1.92 12	1.94 12	1.99 12	2.10 13	2.26 14	2.50 16	2.86 18	20	40
30	30	2.04 12	2.06 12	2.11 12	2.23 13	2.40 14	2.65 15	3.04 18	30	30
20	40	2.15 11	2.17 11	2.23 12	2.35 12	2.53 13	2.80 15	3.21 17	40	20
9 10	50	2.26 11	2.28 11	2.35 12	2.47 12	2.66 13	2.94 14	3.37 16	50	21 10
		10	11	11	12	13	14	16		
9 0	3 0	2.36	2.39	2.46	2.59	2.79	3.08	3.53	15 0	21 0
8 50	10	2.46 10	2.49 10	2.56 10	2.70 11	2.91 12	3.21 13	3.68 15	10	20 50
40	20	2.56 10	2.58 9	2.66 10	2.80 10	3.02 11	3.34 13	3.82 14	20	40
30	30	2.65 9	2.67 9	2.76 10	2.90 10	3.13 11	3.46 12	3.96 14	30	30
20	40	2.74 9	2.76 9	2.85 9	3.00 10	3.23 10	3.57 11	4.09 13	40	20
8 10	50	2.82 8	2.84 8	2.93 8	3.09 9	3.32 9	3.68 11	4.21 12	50	20 10
		7	8	8	8	9	10	11		
8 0	4 0	2.89	2.92	3.01	3.17	3.41	3.78	4.32	16 0	20 0
7 50	10	2.96 7	2.99 7	3.08 7	3.24 7	3.49 8	3.87 9	4.42 10	10	19 50
40	20	3.03 7	3.06 7	3.15 7	3.31 7	3.57 8	3.95 8	4.52 10	20	40
30	30	3.09 6	3.12 6	3.21 6	3.38 7	3.64 7	4.03 8	4.61 9	30	30
20	40	3.14 5	3.17 5	3.27 6	3.44 6	3.70 6	4.10 7	4.69 8	40	20
7 10	50	3.19 5	3.22 5	3.32 5	3.49 5	3.76 6	4.16 6	4.76 7	50	19 10
		4	4	4	4	5	5	6		
7 0	5 0	3.23	3.26	3.36	3.53	3.81	4.21	4.82	17 0	19 0
6 50	10	3.26 3	3.29 3	3.39 3	3.57 4	3.85 4	4.25 4	4.87 5	10	18 50
40	20	3.29 3	3.32 3	3.42 3	3.60 3	3.88 3	4.29 4	4.92 5	20	40
30	30	3.31 2	3.34 2	3.44 2	3.62 2	3.90 2	4.32 3	4.95 3	30	30
20	40	3.33 2	3.36 1	3.46 2	3.64 2	3.92 2	4.34 2	4.97 2	40	20
6 10	50	3.34 1	3.37 1	3.47 1	3.65 1	3.93 1	4.35 1	4.98 1	50	18 10
		0	0	1	1	1	1	1		
6 0	6 0	3.34	3.37	3.48	3.66	3.94	4.36	4.99	18 0	18 0
+	+								—	—

38b. Zehnjährige Präzession in Positionswinkel (Fortsetzung).

$10 \cdot P'(p) = 10\, n \sin \alpha \sec \delta$

α \ δ		48°	56°	60°	64°	68°	70°	δ \ α	
+	+							—	—
$12^h\ 0^m$	$0^h\ 0^m$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	$12^h\ 0^m$	$24^h\ 0^m$
11 50	10	0.22 22	0.26 26	0.29 29	0.33 33	0.39 39	0.43 43	10	23 50
40	20	0.44 22	0.52 26	0.58 29	0.66 33	0.78 39	0.85 42	20	40
30	30	0.66 22	0.78 26	0.87 29	0.99 33	1.17 39	1.28 43	30	30
20	40	0.87 21	1.04 26	1.16 29	1.32 33	1.55 38	1.70 42	40	20
11 10	50	1.08 21	1.30 26	1.45 29	1.65 33	1.93 38	2.12 42	50	23 10
		21	25	28	32	38	41		
11 0	1 0	1.29	1.55	1.73	1.97	2.31	2.53	13 0	23 0
10 50	10	1.50 21	1.80 25	2.01 28	2.29 32	2.68 37	2.94 41	10	22 50
40	20	1.71 21	2.04 24	2.29 28	2.61 32	3.05 37	3.34 40	20	40
30	30	1.91 20	2.28 24	2.56 27	2.92 31	3.41 36	3.74 40	30	30
20	40	2.11 20	2.52 24	2.82 26	3.22 30	3.77 36	4.13 39	40	20
10 10	50	2.31 20	2.76 24	3.08 26	3.52 30	4.12 35	4.51 38	50	22 10
		19	23	26	29	34	37		
10 0	2 0	2.50	2.99	3.34	3.81	4.46	4.88	14 0	22 0
9 50	10	2.68 18	3.21 22	3.59 25	4.09 28	4.80 34	5.25 37	10	21 50
40	20	2.86 18	3.43 22	3.83 24	4.37 28	5.12 32	5.60 35	20	40
30	30	3.04 18	3.64 21	4.06 23	4.64 27	5.43 31	5.95 35	30	30
20	40	3.21 17	3.84 20	4.29 23	4.90 26	5.73 30	6.28 33	40	20
9 10	50	3.37 16	4.03 19	4.51 22	5.15 25	6.03 30	6.60 32	50	21 10
		16	19	21	24	28	31		
9 0	3 0	3.53	4.22	4.72	5.39	6.31	6.91	15 0	21 0
8 50	10	3.68 15	4.40 18	4.92 20	5.62 23	6.58 27	7.20 29	10	20 50
40	20	3.82 14	4.58 18	5.12 20	5.84 22	6.83 25	7.48 28	20	40
30	30	3.96 14	4.74 16	5.30 18	6.05 21	7.08 25	7.75 27	30	30
20	40	4.09 13	4.89 15	5.47 17	6.24 19	7.31 23	8.00 25	40	20
8 10	50	4.21 12	5.03 14	5.63 16	6.43 19	7.52 21	8.24 24	50	20 10
		11	14	16	17	20	22		
8 0	4 0	4.32	5.17	5.79	6.60	7.72	8.46	16 0	20 0
7 50	10	4.42 10	5.29 12	5.93 14	6.76 16	7.91 19	8.66 20	10	19 50
40	20	4.52 10	5.41 12	6.06 13	6.91 15	8.08 17	8.85 19	20	40
30	30	4.61 9	5.51 10	6.18 12	7.04 13	8.24 16	9.02 17	30	30
20	40	4.69 8	5.61 10	6.28 10	7.16 12	8.38 14	9.18 16	40	20
7 10	50	4.76 7	5.69 8	6.37 9	7.27 11	8.50 12	9.31 13	50	19 10
		6	8	8	9	11	12		
7 0	5 0	4.82	5.77	6.45	7.36	8.61	9.43	17 0	19 0
6 50	10	4.87 5	5.83 6	6.52 7	7.44 8	8.70 9	9.53 10	10	18 50
40	20	4.92 5	5.88 5	6.58 6	7.51 7	8.78 8	9.62 9	20	40
30	30	4.95 3	5.92 4	6.63 5	7.56 5	8.84 6	9.68 6	30	30
20	40	4.97 2	5.95 3	6.66 3	7.59 3	8.88 4	9.73 5	40	20
6 10	50	4.98 1	5.96 1	6.68 2	7.61 2	8.91 3	9.76 3	50	18 10
		1	1	0	1	1	1		
6 0	6 0	4.99	5.97	6.68	7.62	8.92	9.77	18 0	18 0
+	+							—	—

38 b. Zehnjährige Präzession in Positionswinkel (Schluß).

$10 \cdot P'(p) = 10\, n \sin \alpha \sec \delta$

α \ δ	70°	72°	74°	76°	78°	80°	δ \ α
+	+						— —
$12^h\ 0^m$	$0^h\ 0^m$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	$12^h\ 0^m$ $24\ 0^m$
11 50	10	0.43 43	0.47 47	0.53 53	0.60 60	0.70 70	0.84 84	10 23 50
40	20	0.85 42	0.94 47	1.06 53	1.20 60	1.40 70	1.68 84	20 40
30	30	1.28 43	1.41 47	1.58 52	1.80 60	2.10 70	2.51 83	30 30
20	40	1.70 42	1.88 47	2.10 52	2.40 60	2.79 69	3.34 83	40 20
11 10	50	2.12 42	2.34 46	2.62 52	2.99 59	3.48 69	4.16 82	50 23 10
		41	46	52	58	68	82	
11 0	1 0	2.53	2.80	3.14	3.57	4.16	4.98	13 0 23 0
10 50	10	2.94 41	3.25 45	3.65 51	4.15 58	4.84 68	5.79 81	10 22 50
40	20	3.34 40	3.70 45	4.15 50	4.72 57	5.50 66	6.58 79	20 40
30	30	3.74 40	4.14 44	4.64 49	5.28 56	6.15 65	7.36 78	30 30
20	40	4.13 39	4.57 43	5.12 48	5.84 56	6.79 64	8.13 77	40 20
10 10	50	4.51 38	5.00 43	5.59 47	6.38 54	7.42 63	8.88 75	50 22 10
		37	41	47	52	61	74	
10 0	2 0	4.88	5.41	6.06	6.90	8.03	9.62	14 0 22 0
9 50	10	5.25 37	5.81 40	6.51 45	7.42 52	8.63 60	10.33 71	10 21 50
40	20	5.60 35	6.20 39	6.95 44	7.92 50	9.22 59	11.03 70	20 40
30	30	5.95 35	6.58 38	7.38 43	8.41 49	9.78 56	11.71 68	30 30
20	40	6.28 33	6.95 37	7.79 41	8.88 47	10.33 55	12.37 66	40 20
9 10	50	6.60 32	7.30 35	8.19 40	9.33 45	10.85 52	13.00 63	50 21 10
		31	34	38	43	51	60	
9 0	3 0	6.91	7.64	8.57	9.76	11.36	13.60	15 0 21 0
8 50	10	7.20 29	7.97 33	8.93 36	10.18 42	11.85 49	14.18 58	10 20 50
40	20	7.48 28	8.28 31	9.28 35	10.58 40	12.31 46	14.74 56	20 40
30	30	7.75 27	8.58 30	9.61 33	10.96 38	12.75 44	15.27 53	30 30
20	40	8.00 25	8.86 28	9.93 32	11.31 35	13.16 41	15.76 49	40 20
8 10	50	8.24 24	9.12 26	10.23 30	11.65 34	13.55 39	16.23 47	50 20 10
		22	24	27	31	37	43	
8 0	4 0	8.46	9.36	10.50	11.96	13.92	16.66	16 0 20 0
7 50	10	8.66 20	9.59 23	10.75 25	12.25 29	14.25 33	17.07 41	10 19 50
40	20	8.85 19	9.80 21	10.98 23	12.52 27	14.56 31	17.44 37	20 40
30	30	9.02 17	9.99 19	11.20 22	12.76 24	14.84 28	17.78 34	30 30
20	40	9.18 16	10.16 17	11.39 19	12.98 22	15.10 26	18.08 30	40 20
7 10	50	9.31 13	10.31 15	11.56 17	13.17 19	15.32 22	18.35 27	50 19 10
		12	13	15	17	20	23	
7 0	5 0	9.43 10	10.44 11	11.71 13	13.34 14	15.52 16	18.58 20	17 0 19 0
6 50	10	9.53 9	10.55 10	11.84 10	13.48 12	15.68 14	18.78 16	10 18 50
40	20	9.62 6	10.65 7	11.94 8	13.60 9	15.82 11	18.94 13	20 40
30	30	9.68 5	10.72 5	12.02 6	13.69 7	15.93 8	19.07 10	30 30
20	40	9.73 3	10.77 3	12.08 3	13.76 4	16.01 5	19.17 5	40 20
6 10	50	9.76 1	10.80 1	12.11 1	13.80 1	16.06 1	19.22 2	50 18 10
6 0	6 0	9.77	10.81	12.12	13.81	16.07	19.24	18 0 18 0
+	+							— —

39. Aberration in Positionswinkel.

Tafelgröße K — Einheit 0'01

Datum / AR	Jan. 1	Febr. 1	März 1	Apr. 1	Mai 1	Juni 1	Juli 1	Datum / AR
0^h	+ 6	+ 21	+ 30	+ 31	+ 24	+ 11	— 5	12^h
1	— 3	+ 13	+ 26	+ 31	+ 29	+ 19	+ 4	13
2	— 12	+ 5	+ 20	+ 30	+ 32	+ 25	+ 13	14
3	— 20	— 3	+ 13	+ 26	+ 32	+ 30	+ 20	15
4	— 26	— 11	+ 5	+ 21	+ 31	+ 33	+ 27	16
5	— 31	— 19	— 3	+ 14	+ 28	+ 34	+ 31	17
6	— 33	— 25	— 11	+ 6	+ 22	+ 32	+ 34	18
7	— 34	— 30	— 19	— 2	+ 15	+ 28	+ 34	19
8	— 32	— 32	— 25	— 10	+ 7	+ 23	+ 32	20
9	— 28	— 32	— 29	— 17	— 1	+ 15	+ 27	21
10	— 22	— 31	— 31	— 23	— 10	+ 7	+ 21	22
11	— 14	— 27	— 31	— 28	— 17	— 2	+ 13	23
12	— 6	— 21	— 30	— 31	— 24	— 11	+ 5	24

Datum / AR	Juli 1	Aug. 1	Sept. 1	Okt. 1	Nov. 1	Dez. 1	Dez. 32	Datum / AR
0^h	— 5	— 20	— 29	— 31	— 24	— 11	+ 5	12^h
1	+ 4	— 12	— 25	— 31	— 29	— 19	— 3	13
2	+ 13	— 3	— 19	— 29	— 32	— 26	— 12	14
3	+ 20	+ 5	— 11	— 25	— 32	— 30	— 20	15
4	+ 27	+ 13	— 3	— 19	— 31	— 33	— 26	16
5	+ 31	+ 21	+ 5	— 12	— 27	— 34	— 31	17
6	+ 34	+ 27	+ 13	— 4	— 21	— 32	— 34	18
7	+ 34	+ 31	+ 20	+ 4	— 14	— 28	— 34	19
8	+ 32	+ 33	+ 25	+ 12	— 6	— 22	— 32	20
9	+ 27	+ 33	+ 30	+ 19	+ 2	— 14	— 28	21
10	+ 21	+ 30	+ 32	+ 25	+ 11	— 6	— 22	22
11	+ 13	+ 26	+ 31	+ 29	+ 18	+ 3	— 14	23
12	+ 5	+ 20	+ 29	+ 31	+ 24	+ 11	— 5	24

δ	tang δ
0^o	0.00
± 4	± 0.07
8	0.14
12	0.21
16	0.29
± 20	± 0.36
24	0.45
28	0.53
32	0.62
36	0.73
± 40	± 0.84
44	0.97
48	1.11
52	1.28
56	1.48
± 60	± 1.73
64	2.05
68	2.48
72	3.08
76	4.01
± 80	± 5.67

Mit dem rechts stehenden Argument AR von 12^h—24^h sind die Vorzeichen der Tafel umzukehren.

Aberration in PW = K · tang δ

39. Aberration in Distanz.

Tafelgröße L — Einheit 0″01

Datum \ AR	0^h	2^h	4^h	6^h	8^h	10^h	12^h	14^h	16^h	18^h	20^h	22^h	24^h	AR \ Datum
$\delta = 0°$														
Jan. 1	−10	− 9	− 6	− 2	+ 3	+ 8	+10	+ 9	+ 6	+ 2	− 3	− 8	−10	Jan. 1
Febr. 1	− 7	− 9	− 9	− 6	− 2	+ 3	+ 7	+ 9	+ 9	+ 6	+ 2	− 3	− 7	Febr. 1
März 1	− 3	− 7	− 9	− 9	− 6	− 1	+ 3	+ 7	+ 9	+ 9	+ 6	+ 1	− 3	März 1
Apr. 1	+ 2	− 3	− 7	− 9	− 9	− 6	− 2	+ 3	+ 7	+ 9	+ 9	+ 6	+ 2	Apr. 1
Mai 1	+ 6	+ 2	− 3	− 7	− 9	− 9	− 6	− 2	+ 3	+ 7	+ 9	+ 9	+ 6	Mai 1
Juni 1	+ 9	+ 7	+ 2	− 3	− 7	−10	− 9	− 7	− 2	+ 3	+ 7	+10	+ 9	Juni 1
Juli 1	+10	+ 9	+ 6	+ 1	− 4	− 8	−10	− 9	− 6	− 1	+ 4	+ 8	+10	Juli 1
Aug. 1	+ 8	+ 9	+ 9	+ 6	+ 1	− 4	− 8	− 9	− 9	− 6	− 1	+ 4	+ 8	Aug. 1
Sept. 1	+ 4	+ 7	+ 9	+ 8	+ 5	+ 1	− 4	− 7	− 9	− 8	− 5	− 1	+ 4	Sept. 1
Okt. 1	− 1	+ 3	+ 7	+ 9	+ 8	+ 6	+ 1	− 3	− 7	− 9	− 8	− 6	− 1	Okt. 1
Nov. 1	− 6	− 2	+ 3	+ 7	+ 9	+ 9	+ 6	+ 2	− 3	− 7	− 9	− 9	− 6	Nov. 1
Dez. 1	− 9	− 6	− 2	+ 3	+ 7	+10	+ 9	+ 6	+ 2	− 3	− 7	−10	− 9	Dez. 1
„ 32	−10	− 9	− 6	− 2	+ 3	+ 8	+10	+ 9	+ 6	+ 2	− 3	− 8	−10	„ 32
$\delta = +20°$														
Jan. 1	− 9	− 9	− 6	− 2	+ 3	+ 7	+ 9	+ 8	+ 6	+ 1	− 3	− 8	− 9	Jan. 1
Febr. 1	− 8	−10	− 9	− 7	− 2	+ 2	+ 6	+ 7	+ 7	+ 5	0	− 5	− 8	Febr. 1
März 1	− 4	− 8	−10	− 9	− 7	− 3	+ 2	+ 5	+ 7	+ 7	+ 4	− 1	− 4	März 1
Apr. 1	0	− 4	− 8	−10	− 9	− 7	− 3	0	+ 5	+ 7	+ 7	+ 4	0	Apr. 1
Mai 1	+ 5	+ 1	− 4	− 7	−10	− 9	− 7	− 4	+ 2	+ 5	+ 8	+ 7	+ 5	Mai 1
Juni 1	+ 8	+ 6	+ 1	− 3	− 7	− 9	− 9	− 7	− 2	+ 3	+ 6	+ 8	+ 8	Juni 1
Juli 1	+ 9	+ 9	+ 6	+ 2	− 3	− 7	− 9	− 8	− 5	− 1	+ 4	+ 8	+ 9	Juli 1
Aug. 1	+ 8	+10	+ 9	+ 6	+ 2	− 3	− 6	− 8	− 7	− 4	0	+ 5	+ 8	Aug. 1
Sept. 1	+ 5	+ 8	+10	+ 9	+ 6	+ 2	− 2	− 5	− 7	− 7	− 4	+ 1	+ 5	Sept. 1
Okt. 1	0	+ 4	+ 8	+10	+ 9	+ 7	+ 2	− 1	− 5	− 7	− 7	− 3	0	Okt. 1
Nov. 1	− 5	− 1	+ 4	+ 8	+10	+ 9	+ 7	+ 3	− 2	− 6	− 8	− 7	− 5	Nov. 1
Dez. 1	− 8	− 5	− 1	+ 4	+ 8	+10	+ 9	+ 7	+ 2	− 3	− 6	− 8	− 8	Dez. 1
„ 32	− 9	− 9	− 6	− 2	+ 3	+ 7	+ 9	+ 8	+ 6	+ 1	− 3	− 8	− 9	„ 32
$\delta = +40°$														
Jan. 1	− 8	− 8	− 5	− 2	+ 2	+ 5	+ 7	+ 7	+ 4	+ 1	− 3	− 6	− 8	Jan. 1
Febr. 1	− 7	− 9	− 8	− 6	− 3	+ 1	+ 4	+ 5	+ 5	+ 3	0	− 4	− 7	Febr. 1
März 1	− 5	− 8	− 9	− 9	− 7	− 3	0	+ 3	+ 5	+ 4	+ 2	− 1	− 5	März 1
Apr. 1	− 1	− 5	− 8	− 9	− 9	− 7	− 4	0	+ 3	+ 4	+ 4	+ 2	− 1	Apr. 1
Mai 1	+ 3	0	− 4	− 7	− 9	− 9	− 7	− 4	0	+ 3	+ 5	+ 5	+ 3	Mai 1
Juni 1	+ 6	+ 4	+ 1	− 3	− 6	− 8	− 8	− 6	− 2	+ 1	+ 5	+ 6	+ 6	Juni 1
Juli 1	+ 8	+ 7	+ 5	+ 2	− 2	− 6	− 7	− 7	− 4	− 1	+ 3	+ 6	+ 8	Juli 1
Aug. 1	+ 7	+ 9	+ 8	+ 6	+ 2	− 2	− 4	− 6	− 5	− 3	+ 1	+ 5	+ 7	Aug. 1
Sept. 1	+ 5	+ 8	+ 9	+ 9	+ 6	+ 3	0	− 3	− 5	− 4	− 2	+ 2	+ 5	Sept. 1
Okt. 1	+ 2	+ 5	+ 8	+ 9	+ 9	+ 7	+ 4	0	− 3	− 4	− 4	− 2	+ 2	Okt. 1
Nov. 1	− 3	+ 1	+ 4	+ 7	+ 9	+ 9	+ 7	+ 3	0	− 3	− 5	− 5	− 3	Nov. 1
Dez. 1	− 6	− 4	0	+ 3	+ 7	+ 8	+ 8	+ 6	+ 2	− 2	− 5	− 6	− 6	Dez. 1
„ 32	− 8	− 8	− 5	− 2	+ 2	+ 5	+ 7	+ 7	+ 4	+ 1	− 3	− 6	− 8	„ 32

Für südliche Deklinationen geht man mit AR + 12^h in die Tafel ein und kehrt das Vorzeichen um.

$$\text{Aberration in Distanz} = \frac{s}{1000} \cdot L$$

39. Aberration in Distanz (Schluß).

Tafelgröße L — Einheit 0″01

Datum \ AR	0^h	2^h	4^h	6^h	8^h	10^h	12^h	14^h	16^h	18^h	20^h	22^h	24^h	AR / Datum
$\delta = +60°$														
Jan. 1	−5	−5	−4	−1	+1	+3	+4	+4	+2	0	−2	−4	−5	Jan. 1
Febr. 1	−6	−7	−7	−5	−3	−1	+1	+2	+2	+1	−1	−4	−6	Febr. 1
März 1	−5	−7	−8	−7	−6	−4	−2	0	+1	+1	0	−2	−5	März 1
Apr. 1	−2	−5	−7	−8	−8	−6	−4	−2	0	+1	+1	0	−2	Apr. 1
Mai 1	+1	−2	−4	−6	−7	−7	−6	−4	−1	+1	+2	+2	+1	Mai 1
Juni 1	+3	+2	0	−3	−5	−6	−6	−4	−2	0	+2	+4	+3	Juni 1
Juli 1	+5	+5	+3	+1	−1	−3	−4	−4	−2	0	+2	+4	+5	Juli 1
Aug. 1	+6	+7	+6	+5	+3	0	−2	−3	−2	−1	+2	+4	+6	Aug. 1
Sept. 1	+5	+7	+8	+7	+6	+4	+1	−1	−1	−1	0	+3	+5	Sept. 1
Okt. 1	+3	+5	+7	+8	+8	+6	+4	+2	0	−1	−1	0	+3	Okt. 1
Nov. 1	0	+2	+4	+6	+7	+7	+6	+4	+1	−1	−2	−2	0	Nov. 1
Dez. 1	−3	−2	0	+3	+5	+6	+6	+4	+2	0	−2	−4	−3	Dez. 1
„ 32	−5	−5	−4	−1	+1	+3	+4	+4	+2	0	−2	−4	−5	„ 32
$\delta = +80°$														
Jan. 1	−2	−2	−2	−1	0	+1	+1	+1	0	0	−1	−2	−2	Jan. 1
Febr. 1	−4	−4	−4	−4	−3	−2	−1	−1	−1	−1	−2	−3	−4	Febr. 1
März 1	−4	−5	−5	−5	−5	−4	−3	−2	−2	−2	−3	−3	−4	März 1
Apr. 1	−3	−4	−5	−5	−5	−5	−4	−3	−3	−2	−2	−3	−3	Apr. 1
Mai 1	−2	−3	−3	−4	−5	−5	−4	−3	−2	−2	−1	−1	−2	Mai 1
Juni 1	0	0	−1	−2	−3	−3	−3	−2	−2	−1	0	0	0	Juni 1
Juli 1	+2	+2	+2	+1	0	−1	−1	−1	−1	0	+1	+2	+2	Juli 1
Aug. 1	+4	+4	+4	+3	+3	+2	+1	+1	+1	+1	+2	+3	+4	Aug. 1
Sept. 1	+4	+5	+5	+5	+5	+4	+3	+2	+2	+2	+3	+4	+4	Sept. 1
Okt. 1	+4	+4	+5	+5	+5	+5	+4	+3	+3	+2	+2	+3	+4	Okt. 1
Nov. 1	+2	+3	+4	+4	+5	+5	+4	+3	+2	+2	+1	+2	+2	Nov. 1
Dez. 1	0	0	+1	+2	+3	+3	+3	+2	+2	+1	0	0	0	Dez. 1
„ 32	−2	−2	−2	−1	0	+1	+1	+1	0	0	−1	−2	−2	„ 32

$\delta = +90°$

Jan. 1	−1	Jan. 1
Febr. 1	−3	Febr. 1
März 1	−4	März 1
Apr. 1	−4	Apr. 1
Mai 1	−3	Mai 1
Juni 1	−1	Juni 1
Juli 1	+1	Juli 1
Aug. 1	+2	Aug. 1
Sept. 1	+4	Sept. 1
Okt. 1	+4	Okt. 1
Nov. 1	+3	Nov. 1
Dez. 1	+2	Dez. 1
„ 32	−1	„ 32

Für südliche Deklinationen geht man mit AR + 12^h in die Tafel ein und kehrt das Vorzeichen um.

$$\text{Aberration in Distanz} = \frac{s}{1000} \cdot L$$

40. Ellipsoidische Erdfigur.

φ	$\varphi - \varphi'$	log ϱ	Länge eines Grades im Meridian	Länge eines Grades im Parallel	log S	log C
0°	0′ 0″0	0,000 000	110 572^m	111 321^m	9.997 070	0,000 000
	24.2	1			1	0
1	0 24.2	9.999 999	110 573	111 304	071	000
	24.2	1			1	2
2	0 48.4	998	110 574	111 253	072	002
	24.1	2			2	2
3	1 12.5	996	110 575	111 169	074	004
	24.0	3			4	3
4	1 36.5	993	110 578	111 051	078	007
	23.9	4			4	4
5	2 0.4	9.999 989	110 581	110 900	9.997 082	0,000 011
	23.8	5			5	5
6	2 24.2	984	110 584	110 715	087	016
	23.5	6			5	6
7	2 47.7	978	110 589	110 496	092	022
	23.4	6			7	6
8	3 11.1	972	110 594	110 244	099	028
	23.2	7			7	8
9	3 34.3	965	110 599	109 959	106	036
	22.9	9			8	8
10	3 57.2	9.999 956	110 606	109 640	9.997 114	0,000 044
	22.6	9			10	9
11	4 19.8	947	110 613	109 289	124	053
	22.3	10			10	10
12	4 42.1	937	110 620	108 904	134	063
	21.9	10			10	11
13	5 4.0	927	110 629	108 486	144	074
	21.6	12			12	12
14	5 25.6	915	110 638	108 035	156	086
	21.2	12			12	12
15	5 46.8	9.999 903	110 647	107 552	9.997 168	0,000 098
	20.8	13			13	13
16	6 7.6	890	110 657	107 036	181	111
	20.3	14			14	14
17	6 27.9	876	110 668	106 487	195	125
	19.9	15			15	14
18	6 47.8	861	110 679	105 906	210	139
	19.4	15			15	16
19	7 7.2	846	110 690	105 293	225	155
	18.8	16			16	16
20	7 26.0	9.999 830	110 703	104 648	9.997 241	0,000 171
	18.3	17			17	17
21	7 44.3	813	110 716	103 972	258	188
	17.8	17			18	17
22	8 2.1	796	110 729	103 263	276	205
	17.1	18			18	18
23	8 19.2	778	110 743	102 524	294	223
	16.6	18			18	19
24	8 35.8	760	110 757	101 753	312	242
	16.0	19			19	19
25	8 51.8	9.999 741	110 772	100 951	9.997 331	0,000 261
	15.2	20			20	20
26	9 7.0	721	110 787	100 119	351	281
	14.7	20			21	20
27	9 21.7	701	110 802	99 256	372	301
	13.9	21			21	21
28	9 35.6	680	110 818	98 363	393	322
	13.3	22			21	21
29	9 48.9	658	110 835	97 440	414	343
	12.5	21			22	22
30	10 1.4	9.999 637	110 852	96 488	9.997 436	0,000 365
	11.9	23			22	23
31	10 13.3	614	110 869	95 506	458	388
	11.0	22			23	22
32	10 24.3	592	110 886	94 494	481	410
	10.3	23			23	23
33	10 34.6	569	110 904	93 454	504	433
	9.6	24			24	24
34	10 44.2	545	110 922	92 386	528	457
	8.7	24			23	24
35	10 52.9	9.999 521	110 940	91 289	9.997 551	0,000 481
	8.0	24			24	24
36	11 0.9	497	110 959	90 165	575	505
	7.2	24			25	24
37	11 8.1	473	110 977	89 013	600	529
	6.3	25			24	25
38	11 14.4	448	110 996	87 834	624	554
	5.6	25			25	25
39	11 20.0	423	111 015	86 628	649	579
	4.7	25			26	25
40	11 24.7	9.999 398	111 034	85 395	9.997 675	0,000 604
	3.9	25			25	25
41	11 28.6	373	111 054	84 136	700	629
	3.0	25			25	26
42	11 31.6	348	111 073	82 852	725	655
	2.2	26			26	25
43	11 33.8	322	111 093	81 542	751	680
	1.4	25			25	26
44	11 35.2	297	111 112	80 207	776	706
	0.5	26			26	25
45	11 35.7	9.999 271	111 132	78 848	9.997 802	0,000 731

$\varrho \sin \varphi' = S \cdot \sin \varphi$ $\varrho \cos \varphi' = C \cdot \cos \varphi$

40. Ellipsoidische Erdfigur (Schluß).

φ	$\varphi - \varphi'$		log ϱ		Länge eines Grades im Meridian	Länge eines Grades im Parallel	log S		log C	
45°	11′ 35″7		9.999 271		111 132^m	78 848^m	9.997 802		0.000 731	
		0.4		25				25		26
46	11 35.3		246		111 152	77 465	827		757	
		1.2		26				26		25
47	11 34.1		220		111 171	76 057	853		782	
		2.0		25				25		26
48	11 32.1		195		111 191	74 627	878		808	
		2.9		26				26		25
49	11 29.2		169		111 210	73 173	904		833	
		3.7		25				25		25
50	11 25.5		9.999 144		111 230	71 697	9.997 929		0.000 858	
		4.6		25				25		25
51	11 20.9		119		111 249	70 199	954		883	
		5.3		25				25		25
52	11 15.6		094		111 268	68 679	9.997 979		908	
		6.3		25				25		25
53	11 9.3		069		111 287	67 138	9.998 004		933	
		7.0		24				24		25
54	11 2.3		045		111 306	65 577	028		958	
		7.8		25				24		24
55	10 54.5		9.999 020		111 325	63 995	9.998 052		0.000 982	
		8.7		24				24		24
56	10 45.8		9.998 996		111 343	62 394	076		0.001 006	
		9.4		23				24		23
57	10 36.4		973		111 361	60 773	100		029	
		10.2		23				23		23
58	10 26.2		950		111 379	59 134	123		052	
		11.0		23				23		23
59	10 15.2		927		111 397	57 476	146		075	
		11.7		23				22		23
60	10 3.5		9.998 904		111 414	55 801	9.998 168		0.001 098	
		12.5		22				22		22
61	9 51.0		882		111 431	54 109	190		120	
		13.2		21				22		21
62	9 37.8		861		111 447	52 399	212		141	
		13.9		21				21		21
63	9 23.9		840		111 463	50 674	233		162	
		14.6		21				20		20
64	9 9.3		819		111 479	48 933	253		182	
		15.2		20				20		20
65	8 54.1		9.998 799		111 494	47 177	9.998 273		0.001 202	
		15.9		19				19		20
66	8 38.2		780		111 509	45 406	292		222	
		16.6		19				19		19
67	8 21.6		761		111 524	43 621	311		241	
		17.2		18				18		18
68	8 4.4		743		111 538	41 822	329		259	
		17.7		18				18		17
69	7 46.7		725		111 551	40 011	347		276	
		18.4		17				16		17
70	7 28.3		9.998 708		111 564	38 187	9.998 363		0.001 293	
		18.9		16				16		16
71	7 9.4		692		111 577	36 352	379		309	
		19.4		16				16		15
72	6 50.0		676		111 588	34 505	395		324	
		19.9		14				15		15
73	6 30.1		662		111 600	32 647	410		339	
		20.4		14				14		14
74	6 9.7		648		111 611	30 786	424		353	
		20.9		14				13		13
75	5 48.8		9.998 634		111 621	28 903	9.998 437		0.001 366	
		21.2		12				12		13
76	5 27.6		622		111 630	27 016	449		379	
		21.7		12				12		11
77	5 5.9		610		111 639	25 122	461		390	
		22.1		11				11		11
78	4 43.8		599		111 648	23 220	472		401	
		22.4		10				10		10
79	4 21.4		589		111 655	21 310	482		411	
		22.7		9				9		9
80	3 58.7		9.998 580		111 662	19 394	9.998 491		0.001 420	
		23.0		8				8		9
81	3 35.7		572		111 669	17 472	499		429	
		23.3		8				8		7
82	3 12.4		564		111 675	15 544	507		436	
		23.6		7				6		7
83	2 48.8		557		111 680	13 612	513		443	
		23.7		6				6		6
84	2 25.1		551		111 684	11 675	519		449	
		23.9		5				5		5
85	2 1.2		9.998 546		111 688	9 735	9.998 524		0.001 454	
		24.1		4				4		4
86	1 37.1		542		111 691	7 791	528		458	
		24.1		3				3		3
87	1 13.0		539		111 694	5 846	531		461	
		24.3		2				2		2
88	0 48.7		537		111 695	3 898	533		463	
		24.3		1				2		1
89	0 24.4		536		111 696	1 949	535		464	
		24.4		1				0		1
90	0 0.0		9.998 535		111 697	0	9.998 535		0.001 465	

$\varrho \sin \varphi' = S \cdot \sin \varphi$ $\varrho \cos \varphi' = C \cdot \cos \varphi$

41. Tafeln zur sphäroidischen Übertragung.

1. Tafel für log i und log k.

φ	log i	log k	φ	log i	log k	φ	log i	log k
40° 0′	1.3284 26	1.6277 26	47° 0′	1.4342 26	1.7339 25	54° 0′	1.5420 26	1.8420 26
10	3310 25	6303 25	10	4368 25	7364 26	10	5446 26	8446 27
20	3335 26	6328 25	20	4393 25	7390 25	20	5472 27	8473 27
30	3361 25	6354 26	30	4418 25	7415 25	30	5499 27	8500 27
40	3386 25	6380 26	40	4443 25	7440 26	40	5526 26	8526 26
50	3411 25	6405 25	50	4468 25	7466 25	50	5552 27	8553 27
	26	25		26				
41 0	1.3437 25	1.6430 26	48 0	1.4494 25	1.7491 25	55 0	1.5579 27	1.8580 26
10	3462 25	6456 25	10	4519 25	7516 26	10	5606 26	8606 27
20	3487 26	6481 25	20	4544 26	7542 25	20	5632 27	8633 27
30	3513 25	6507 25	30	4570 25	7567 25	30	5659 27	8660 27
40	3538 25	6532 25	40	4595 25	7592 26	40	5686 27	8687 27
50	3563 25	6557 26	50	4620 25	7618 25	50	5713 27	8714 28
	25			25			27	
42 0	1.3588 26	1.6583 25	49 0	1.4645 26	1.7643 25	56 0	1.5740 28	1.8742 27
10	3614 25	6608 25	10	4671 25	7668 26	10	5768 27	8769 27
20	3639 25	6633 25	20	4696 26	7694 26	20	5795 27	8796 27
30	3664 25	6659 26	30	4722 25	7720 25	30	5822 27	8823 28
40	3689 25	6684 25	40	4747 25	7745 26	40	5849 28	8851 27
50	3714 26	6709 25	50	4772 26	7771 25	50	5877 27	8878 28
	25			25				
43 0	1.3740 25	1.6734 26	50 0	1.4798 25	1.7796 26	57 0	1.5904 28	1.8906 27
10	3765 25	6760 25	10	4823 26	7822 25	10	5932 27	8933 28
20	3790 25	6785 25	20	4849 25	7847 26	20	5959 28	8961 28
30	3815 25	6810 25	30	4874 26	7873 26	30	5987 28	8989 28
40	3840 25	6835 25	40	4900 26	7899 25	40	6015 28	9017 28
50	3865 25	6860 26	50	4926 25	7924 26	50	6043 27	9045 28
	25							
44 0	1.3890 26	1.6886 25	51 0	1.4951 26	1.7950 26	58 0	1.6070 28	1.9073 28
10	3916 25	6911 25	10	4977 26	7976 26	10	6098 28	9101 28
20	3941 25	6936 25	20	5003 25	8002 25	20	6126 29	9129 28
30	3966 25	6961 25	30	5028 26	8027 26	30	6155 28	9157 28
40	3991 25	6986 26	40	5054 26	8053 26	40	6183 28	9185 29
50	4016 25	7012 25	50	5080 26	8079 26	50	6211 29	9214 28
	25			26				
45 0	1.4041 25	1.7037 25	52 0	1.5106 26	1.8105 26	59 0	1.6240 28	1.9242 29
10	4066 25	7062 25	10	5132 26	8131 26	10	6268 29	9271 29
20	4091 25	7087 25	20	5158 26	8157 26	20	6297 29	9300 28
30	4116 25	7112 25	30	5184 26	8183 26	30	6326 28	9328 29
40	4142 26	7138 26	40	5210 26	8209 26	40	6354 29	9357 29
50	4167 25	7163 25	50	5236 26	8236 27	50	6383 29	9386 29
	25	25		26	26		29	29
46 0	1.4192 25	1.7188 25	53 0	1.5262 26	1.8262 26	60 0	1.6412	1.9415
10	4217 25	7213 25	10	5288 26	8288 26			
20	4242 25	7238 26	20	5314 26	8314 26			
30	4267 25	7264 25	30	5340 27	8340 27			
40	4292 25	7289 25	40	5367 26	8367 26			
50	4317 25	7314 25	50	5393 27	8393 27			
	25	25						
47 0	1.4342	1.7339	54 0	1.5420	1.8420			

$$u = s \cos A \qquad v = s \sin A$$

$$\varphi' - \varphi = u\,(1) - v^2 i + \beta_1 + \beta_2$$

$$\varphi_m = \varphi + \frac{\varphi' - \varphi}{2}$$

$$l \cos \varphi = v\,(2) + v\,u\,k + \mu_1 + \mu_2$$

$$A' - A = 180° + l \sin \varphi_m$$

Glied $(-v^2 i)$ ist stets negativ

41. Tafeln zur sphäroidischen Übertragung (Fortsetzung)

2. Tafel für β_1.

log v^2u	φ 40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	log v^2u
11.5	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	11.5
11.6	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	001	11.6
11.7	000	000	000	000	000	000	000	000	000	001	001	11.7
11.8	000	000	000	000	000	000	000	001	001	001	001	11.8
11.9	000	000	000	000	000	001	001	001	001	001	001	11.9
12.0	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	12.0
12.1	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	002	12.1
12.2	001	001	001	001	001	001	001	001	002	002	002	12.2
12.3	001	001	001	001	001	001	002	002	002	002	003	12.3
12.4	001	001	001	001	002	002	002	002	003	003	003	12.4
12.5	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	12.5
12.6	002	002	002	002	002	003	003	004	004	005	005	12.6
12.7	002	002	003	003	003	004	004	005	005	006	007	12.7
12.8	003	003	003	004	004	004	005	006	006	007	008	12.8
12.9	003	004	004	005	005	006	006	007	008	009	010	12.9
13.0	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	0.009	0.100	0.011	0.013	13.0
13.1	005	006	006	007	008	009	010	011	013	014	017	13.1
13.2	007	007	008	009	010	011	012	014	016	018	021	13.2

β_1 ist positiv für $90° < A < 270°$, negativ für $270° < A < 90°$

$$\varphi' - \varphi = u(1) - v^2 i + \beta_1 + \beta_2$$

3. Tafel für β_2.

log u^2	φ 40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	log u^2
7.0	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	7.0
7.2	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	7.2
7.4	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	7.4
7.6	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	7.6
7.8	002	002	002	002	002	002	002	002	001	001	001	7.8
8.0	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	8.0
8.1	003	003	003	003	003	003	003	003	003	003	003	8.1
8.2	004	004	004	004	004	004	004	004	004	004	003	8.2
8.3	005	005	005	005	005	005	005	005	005	005	004	8.3
8.4	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006	8.4
8.50	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	8.50
8.55	009	009	009	009	009	009	009	009	009	008	008	8.55
8.60	010	010	010	010	010	010	010	010	009	009	009	8.60
8.65	011	011	011	011	011	011	011	011	011	010	010	8.65
8.70	013	013	013	013	013	013	012	012	012	011	011	8.70
8.75	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.013	0.013	0.012	8.75
8.80	016	016	016	016	016	016	016	015	015	014	014	8.80
8.85	018	018	018	018	018	018	018	017	017	016	016	8.85
8.90	020	020	020	020	020	020	020	019	019	018	018	8.90
8.95	022	023	023	023	023	023	022	022	021	021	020	8.95
9.00	0.025	0.025	0.026	0.026	0.025	0.025	0.025	0.024	0.024	0.023	0.022	9.00

β_2 ist stets negativ

$$\varphi' - \varphi = u(1) - v^2 i + \beta_1 + \beta_2$$

41. Tafeln zur sphäroidischen Übertragung (Schluß).

4. Tafel für μ_1.

$\log s^2 v$	φ 40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	$\log s^2 v$
11.0	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	11.0
11.2	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	11.2
11.4	000	000	000	000	000	000	000	001	001	001	001	11.4
11.6	000	000	000	000	000	001	001	001	001	001	001	11.6
11.8	001	001	001	001	001	001	001	001	001	002	002	11.8
12.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	12.0
12.1	001	001	001	001	002	002	002	002	003	003	003	12.1
12.2	001	001	002	002	002	002	003	003	003	004	004	12.2
12.3	002	002	002	002	003	003	003	004	004	005	005	12.3
12.4	002	002	003	003	003	003	004	004	005	006	007	12.4
12.5	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	12.5
12.6	003	004	004	004	005	006	006	007	008	009	010	12.6
12.7	004	005	005	006	006	007	008	009	010	011	013	12.7
12.8	005	006	006	007	008	009	010	011	013	014	017	12.8
12.9	007	007	008	009	010	011	012	014	016	018	021	12.9
13.0	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020	0.023	0.026	13.0
13.1	010	011	013	014	016	018	020	022	025	029	033	13.1
13.2	013	014	016	018	020	022	025	028	032	036	042	13.2
13.3	016	018	020	022	025	028	032	035	040	046	052	13.3
13.4	021	023	025	028	031	035	040	045	050	057	066	13.4
13.5	0.026	0.029	0.032	0.035	0.039	0.044	0.050	0.056	0.063	0.072	0.083	13.5

μ_1 ist positiv für $0^\circ < A < 180^\circ$, negativ für $180^\circ < A < 360^\circ$

$$l \cos \varphi = v(2) + vuk + \mu_1 + \mu_2$$

5. Tafel für μ_2.

$\log v^3$	φ 40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°	$\log v^3$
11.0	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	0″000	11.0
11.2	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	001	11.2
11.4	000	000	000	000	000	001	001	001	001	001	001	11.4
11.6	000	000	000	001	001	001	001	001	001	001	001	11.6
11.8	001	001	001	001	001	001	001	002	002	002	002	11.8
12.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	12.0
12.1	001	001	002	002	002	002	003	003	003	004	004	12.1
12.2	002	002	002	002	002	003	003	004	004	005	005	12.2
12.3	002	002	003	003	003	004	004	005	005	006	007	12.3
12.4	003	003	003	003	004	004	005	006	006	007	009	12.4
12.5	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	0.009	0.011	12.5
12.6	004	004	005	006	006	007	008	009	010	012	014	12.6
12.7	005	006	006	007	008	009	010	011	013	015	017	12.7
12.8	006	007	008	009	010	011	013	014	016	019	022	12.8
12.9	008	009	010	011	012	014	016	018	020	024	027	12.9
13.0	0.010	0.011	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020	0.023	0.026	0.030	0.034	13.0
13.1	013	014	016	018	020	022	025	029	032	037	043	13.1
13.2	016	018	020	022	026	028	032	036	041	047	054	13.2
13.3	020	022	025	028	031	035	040	045	051	059	068	13.3
13.4	025	028	031	035	039	044	050	057	065	074	086	13.4
13.5	0.032	0.035	0.039	0.044	0.049	0.056	0.064	0.072	0.082	0.094	0.108	13.5

μ_2 hat entgegengesetztes Vorzeichen von μ_1

$$l \cos \varphi = v(2) + vuk + \mu_1 + \mu_2$$

42a. Meridianbogen M vom Äquator bis zur Breite φ.

φ	M	I. D.	$\log \Delta\,(1'')$	II. D.	φ	M	I. D.	$\log \Delta\,(1'')$	II. D.
	m					m			
0°	0,00			0.00	45°	4 984 439.27			
		110 563.79	1.487 3104				111 129.19	1.489 5256	+ 19.47
1	110 563.79			+ 0.67	46	5 095 568.46			19.47
		110 564.46	1.487 3130				111 148.66	1.489 6018	
2	221 128.25			1.35	47	5 206 717.12			19.45
		110 565.81	1.487 3183				111 168.11	1.489 6777	
3	331 694.06			2.02	48	5 317 885.23			19.39
		110 567.83	1.487 3263				111 187.50	1.489 7534	
4	442 261.89			2.69	49	5 429 072.73			19.31
		110 570.52	1.487 3368				111 206.81	1.489 8289	
				3.36					
5	552 832.41				50	5 540 279.54			19.21
		110 573.88	1.487 3500				111 226.02	1.489 9039	
6	663 406.29			4 01	51	5 651 505.56			19.09
		110 577.89	1.487 3658				111 245.11	1.489 9784	
7	773 984.18			4.67	52	5 762 750.67			18.94
		110 582.56	1.487 3842				111 264.05	1.490 0524	
8	884 566.74			5.33	53	5 874 014.72			18.77
		110 587.89	1.487 4051				111 282.82	1.490 1256	
9	995 154.63			5.98	54	5 985 297.54			18.57
		110 593.87	1.487 4286				111 301.39	1.490 1981	
				6.60					
10	1 105 748.50				55	6 096 598.93			18.36
		110 600.47	1.487 4544				111 319.75	1.490 2697	
11	1 216 348.97			7.24	56	6 207 918.68			18.11
		110 607.71	1.487 4829				111 337.86	1.490 3404	
12	1 326 956.68			7.87	57	6 319 256.54			17.87
		110 615.58	1.487 5138				111 355.73	1.490 4100	
13	1 437 572.26			8.47	58	6 430 612.27			17.56
		110 624.05	1.487 5471				111 373.29	1.490 4785	
14	1 548 196.31			9.08	59	6 541 985.56			17.27
		110 633.13	1.487 5827				111 390.56	1.490 5459	
				9.67					
15	1 658 829.44				60	6 653 376.12			16.95
		110 642.80	1.487 6207				111 407.51	1.490 6120	
16	1 769 472.24			10.25	61	6 764 783.63			16.58
		110 653.05	1.487 6609				111 424.09	1.490 6766	
17	1 880 125.29			10.82	62	6 876 207.72			16.23
		110 663.87	1.487 7034				111 440.32	1.490 7398	
18	1 990 789.16			11.37	63	6 987 648.04			15.83
		110 675.24	1.487 7480				111 456.15	1.490 8015	
19	2 101 464.40			11.91	64	7 099 104.19			15.44
		110 687.15	1.487 7947				111 471.59	1.490 8617	
				12.44					
20	2 212 151.55				65	7 210 575.78			15.00
		110 699.59	1.487 8435				111 486.59	1.490 9201	
21	2 322 851.14			12.96	66	7 322 062.37			14.56
		110 712.55	1.487 8944				111 501.15	1.490 9769	
22	2 433 563.69			13.45	67	7 433 563.52			14.09
		110 726.00	1.487 9471				111 515.24	1.491 0317	
23	2 544 289.69			13.93	68	7 545 078.76			13.61
		110 739.93	1.488 0017				111 528.85	1.491 0847	
24	2 655 029.62			14.40	69	7 656 607.61			13.12
		110 754.33	1.488 0582				111 541.97	1.491 1358	
				14.84					
25	2 765 783.95				70	7 768 149.58			12.60
		110 769.17	1.488 1164				111 554.57	1.491 1849	
26	2 876 553.12			15.26	71	7 879 704.15			12.07
		110 784.43	1.488 1763				111 566.64	1.491 2318	
27	2 987 337.55			15.69	72	7 991 270.79			11.54
		110 800.12	1.488 2378				111 578.18	1.491 2768	
28	3 098 137.67			16.08	73	8 102 848.97			10.96
		110 816.20	1.488 3007				111 589.14	1.491 3195	
29	3 208 953.87			16.44	74	8 214 438.11			10.39
		110 832.64	1.488 3651				111 599.53	1.491 3599	
				16.80					
30	3 319 786.51				75	8 326 037.64			9.82
		110 849.44	1.488 4310				111 609.35	1.491 3981	
31	3 430 635.95			17.13	76	8 437 646.99			9.21
		110 866.57	1.488 4981				111 618.56	1.491 4339	
32	3 541 502.52			17.45	77	8 549 265.55			8.60
		110 884.02	1.488 5665				111 627.16	1.491 4674	
33	3 652 386.54			17.73	78	8 660 892.71			7.99
		110 901.75	1.488 6359				111 635.15	1.491 4984	
34	3 763 288.29			18.01	79	8 772 527.86			7.35
		110 919.76	1.488 7065				111 642.50	1.491 5270	
				18.24					
35	3 874 208.05				80	8 884 170.36			6.72
		110 938.00	1.488 7779				111 649.22	1.491 5532	
36	3 985 146.05			18.49	81	8 995 819.58			6.06
		110 956.49	1.488 8502				111 655.28	1.491 5767	
37	4 096 102.54			18.68	82	9 107 474.86			5.42
		110 975.17	1.488 9233				111 660.70	1.491 5978	
38	4 207 077.71			18.86	83	9 219 135.56			4.75
		110 994.03	1.488 9972				111 665.45	1.491 6163	
39	4 318 071.74			19.02	84	9 330 801.01			4.08
		111 013.05	1.489 0715				111 669.53	1.491 6322	
				19.16					
40	4 429 084.79				85	9 442 470.54			3.41
		111 032.21	1.489 1465				111 672.94	1.491 6454	
41	4 540 117.00			19.26	86	9 554 143.48			2.73
		111 051.47	1.489 2218				111 675.67	1.491 6561	
42	4 651 168.47			19.36	87	9 665 819.15			2.06
		111 070.83	1.489 2975				111 677.73	1.491 6641	
43	4 762 239.30			19.42	88	9 777 496.88			1.37
		111 090.25	1.489 3735				111 679.10	1.491 6694	
44	4 873 329.55			19.47	89	9 889 175.98			+ 0.68
		111 109.72	1.489 4495				111 679.78	1.491 6720	
45	4 984 439.27			+19.47	90	10 000 855.76			0.00

42b. Interpolationsfaktoren der zweiten Differenzen für Minutenteilung.

n	$\frac{n(n-1)}{1.2}$		n
0′	— 0.0000		60′
		82	
1	0082		59
		79	
2	0161		58
		76	
3	0237		57
		74	
4	0311		56
		71	
5	— 0.0382		55
		68	
6	0450		54
		65	
7	0515		53
		63	
8	0578		52
		59	
9	0637		51
		57	
10	— 0.0694		50
		54	
11	0748		49
		52	
12	0800		48
		49	
13	0849		47
		46	
14	0895		46
		43	
15	— 0.0938		45
		40	
16	0978		44
		37	
17	1015		43
		35	
18	1050		42
		32	
19	1082		41
		29	
20	— 0.1111		40
		26	
21	1137		39
		24	
22	1161		38
		21	
23	1182		37
		18	
24	1200		36
		15	
25	— 0.1215		35
		13	
26	1228		34
		9	
27	1237		33
		7	
28	1244		32
		4	
29	1248		31
		2	
30	— 0.1250		30

43. Zur Berechnung der parallaktischen Faktoren.

φ	tg φ'	log $(\pi \varrho \cos \varphi')^s$	$(\pi \varrho \sin \varphi')''$
0°	0.000	9.768	0.000
	17	0	152
1	017	768	0.152
	18	0	153
2	035	768	0.305
	17	0	153
3	052	768	0.458
	17	1	152
4	069	767	0.610
	18	0	152
5	0.087	9.767	0.762
	17	1	152
6	104	766	0.914
	18	1	151
7	122	765	1.065
	18	1	152
8	140	764	1.217
	17	1	150
9	157	763	1.367
	18	1	151
10	0.175	9.762	1.518
	18	2	150
11	193	760	1.668
	18	1	150
12	211	759	1.818
	18	2	149
13	229	757	1.967
	19	2	148
14	248	755	2.115
	18	2	148
15	0.266	9.753	2.263
	19	2	147
16	285	751	2.410
	19	2	146
17	304	749	2.556
	19	2	146
18	323	747	2.702
	19	3	145
19	342	744	2.847
	20	2	144
20	0.362	9.742	2.991

φ	log tg φ'	log $(\pi \varrho \cos \varphi')^s$	log $(\pi \varrho \sin \varphi')''$
20°	9.558	9.742	0.476
	23	3	20
21	581	739	496
	22	3	19
22	603	736	515
	22	3	19
23	625	733	534
	21	4	17
24	646	729	551
	20	3	17
25	9.666	9.726	0.568
	19	4	16
26	685	722	584
	19	3	15
27	704	719	599
	19	4	14
28	723	715	613
	18	4	14
29	741	711	627
	18	5	14
30	9.759	9.706	0.641
	17	4	13
31	776	702	654
	17	5	12
32	793	697	666
	17	5	12
33	810	692	678
	16	5	12
34	826	687	690
	16	5	11
35	9.842	9.682	0.701
	16	5	10
36	858	677	711
	16	6	11
37	874	671	722
	16	6	9
38	890	665	731
	15	6	10
39	905	659	741
	16	6	9
40	9.921	9.653	0.750

φ	log tg φ'	log $(\pi \varrho \cos \varphi')^s$	log $(\pi \varrho \sin \varphi')''$
40°	9.921	9.653	0.750
	15	6	9
41	936	647	759
	16	7	9
42	952	640	768
	15	7	8
43	967	633	776
	15	7	8
44	982	626	784
	15	7	8
45	9.997	9.619	0.792
	15	8	7
46	0.012	611	799
	15	8	7
47	027	603	806
	16	8	7
48	043	595	813
	15	9	7
49	058	586	820
	15	9	7
50	0.073	9.577	0.827
	16	9	6
51	089	568	833
	15	9	6
52	104	559	839
	16	10	6
53	120	549	845
	16	10	5
54	136	539	850
	16	11	6
55	0.152	9.528	0.856
	16	11	5
56	168	517	861
	17	11	5
57	185	506	866
	16	12	5
58	201	494	871
	17	13	5
59	218	481	876
	18	13	4
60	0.236	9.468	0.880
	17	13	4
61	253	455	884
	18	14	5
62	271	441	889
	19	14	4
63	290	427	893
	19	16	3
64	309	411	896
	19	15	4
65	0.328	9.396	0.900
	20	17	3
66	348	379	903
	21	17	4
67	369	362	907
	22	19	3
68	391	343	910
	22	19	3
69	413	324	913
	23	20	3
70	0.436	9.304	0.916

t Stundenwinkel $\quad \Delta$ Erdabstand

α, δ geozentrischer Ort

α', δ' topozentrischer Ort

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \varphi' \sec t \qquad \gamma < 180°$$

$$(\alpha - \alpha')^s = \frac{1}{\Delta} (\pi \varrho \cos \varphi')^s \sin t \sec \delta$$

$$(\delta - \delta')'' =$$

$$\frac{1}{\Delta} (\pi \varrho \sin \varphi')'' \sin (\gamma - \delta) \operatorname{cosec} \gamma$$

44. Dimensionen der Erde nach Helmert-Hayford.

Bezeichnungen:
a Halbe große Achse
b Halbe kleine Achse
e Exzentrizität
α Abplattung
} der Meridianellipse

Hilfsgrößen: $n = \frac{a-b}{a+b}$ $\delta = \frac{a^2-b^2}{b^2}$ $m = \frac{a^2-b^2}{a^2+b^2}$

		log
a	6 378 200.000 m	6.804 69813
b	6 356 724.579 m	6.803 23340
α	$\frac{1}{297.0}$	
e	0.081 99189 1	8.913 77090 — 10
e^2	0.006 72267 01	7.827 54180 — 10
α	0.003 36700 33	7.527 24355 — 10
n	0.001 68634 06	7.226 94530 — 10
δ	0.006 76817 00	7.830 47126 — 10
m	0.003 37267 16	7.527 97406 — 10

Meridianquadrant Q der Erde:

Q	10 001 993.32 m	7.000 08656

Radius r_f der Kugel von gleicher Oberfläche mit der Erde:

r_f	6 371 039.94 m	6.804 21033

Radius r_v der Kugel von gleichem Volumen mit der Erde:

r_v	6 371 033.48 m	6.804 20989

Radius r_u der Kugel von gleichem Meridianumfang mit der Erde:

r_u	6 367 466.72 m	6.803 96668

Oberfläche F der Erde:

F	510 070 868.5 qkm	8.707 63052

Volumen V der Erde:

V	1 083 223 990 000 ckm	12.034 71827

45. Normalzeiten der wichtigeren Länder.

Normalzeit	Bezeichnung	Staaten
a) An den Meridian von Greenwich angeschlossen		
$11^h\ 30^m$ O.	—	Neuseeland
10 0 O.	Ostaustralische Z.	Victoria, Neu Süd-Wales, Queensland, Tasmanien
9 30 O.	—	Südaustralien
9 0 O.	—	Japan, Korea
8 0 O.	Ostchinesische Küsten-Z.	Ostküste von China, West-Australien, Philippinen, Britisch Nord-Borneo
7 0 O.	Südchinesische Küsten-Z.	Südküste von China, Französ. Indochina, Straits settlements
6 30 O.	—	Birma
5 30 O.	—	Ostindien
4 0 O.	—	Mauritius, Seychellen
2 30 O.	—	Deutsch-Ostafrika
2 0 O.	Osteuropäische Z.	Bulgarien, Rumänien, Türkei, Ägypten, Südafrika, Portug. Ostafrika
1 0 O.	Mitteleuropäische Z. (M. E. Z.)	Dänemark, Deutschland, Italien, Luxemburg, Malta, Norwegen, Österreich-Ungarn, Schweden, Schweiz, Serbien, Deutsch-Südwestafrika
0 0	Westeuropäische Z. (Greenwich-Z.)	Belgien, Färöer, Frankreich, Großbritannien, Portugal, Spanien, Gibraltar, Algerien
$1^h\ 0^m$ W.	—	Island, Madeira, Portug. Guinea, Sierra Leone
2 0 W.	—	Azoren, Capverden
3 0 W.	—	Ost-Brasilien
4 0 W.	Atlantic Standard Time	Mittel-Brasilien, Kanada (Küste)
5 0 W.	Eastern St. Time	Kanada (Quebec, Ontario bis 82° 30′ westl., Neubraunschweig), Vereinigte Staaten (Ostzone), Chile, Panama, Peru, West-Brasilien
6 0 W.	Central St. Time	Zentralzone von Kanada und den Vereinigten Staaten
7 0 W.	Mountain St. Time	Gebirgszone von Kanada und den Vereinigten Staaten
8 0 W.	Pacific St. Time	Pazifische Küste der Vereinigten Staaten, Britisch-Kolumbien
9 0 W.	—	Yukon, Alaska
10 30 W.	—	Hawaii
11 30 W.	—	Samoa

b) Nicht an den Meridian von Greenwich angeschlossen

Staaten	Meridian	Längendifferenz gegen Greenwich	Staaten	Meridian	Längendifferenz gegen Greenwich
Argentinien .	Cordoba	$4^h\ 16^m\ 48.2^s$ W.	Mexico . .	Mexico	$6^h\ 36^m\ 26.7^s$ W.
Columbien .	Bogota	4 56 54.2 W.	Niederlande	Amsterdam	0 19 32.1 O.
Ecuador . . .	Quito	5 14 6.7 W.	Rußland .	Pulkowa	2 1 18.6 O.
Griechenland	Athen	1 34 52.9 O.	Uruguay .	Montevideo	3 44 48.9 W.
Irland	Dublin	0 25 21.1 W.	Venezuela	Caracas	4 27 43.6 W.

46a. Maßvergleichungen.

		log
1 Toise	1.949 03631 Meter	0.289 81993
1 Pariser Fuß	0.324 83938 Meter	9.511 66868 – 10
1 Pariser Zoll	0.027 06995 Meter	8.432 48743 – 10
1 Pariser Linie	0.002 25583 Meter	7.353 30619 – 10
1 Meter	0.513 07407 Toisen	9.710 18007 – 10
1 Meter	3.078 44444 Pariser Fuß	0.488 33132
1 Centimeter	0.369 41333 Pariser Zoll	9.567 51257 – 10
1 Centimeter	4.432 96000 Pariser Linien	0.646 69381
1 Millimeter	0.443 29600 Pariser Linien	9.646 69381 – 10
1 Englischer Yard (von Standard 01)	0.914 39283 Meter	9.961 13281 – 10
1 Englischer Fuß	0.304 79761 Meter	9.484 01156 – 10
1 Englischer Zoll	0.025 39980 Meter	8.404 83031 – 10
1 Meter	1.093 62187 Englische Yard	0.038 86719
1 Meter	3.280 86560 Englische Fuß	0.515 98844
1 Centimeter	0.393 70387 Englische Zoll	9.595 16969 – 10
1 geographische Meile	7420.439 Meter	3.870 42957
1 „ „	3807.235 Toisen	3.580 60964
1 „ „	22843.408 Pariser Fuß	4.358 76089
1 „ „	8115.154 Englische Yard	3.909 29676
1 „ „	24345.462 Englische Fuß	4.386 41801
1 Englische Meile (statute mile) = 1760 Yards	1609.33137 Meter	3.206 64548
1 Russische Werst = 500 Sashen	1066.79042 Meter	3.028 07911

Die Russische Landesaufnahme benutzt den Sashenwert:

1 Sashen	2.133 468 Meter	0.329 08611

Im Russischen Nivellement wird das internationale Sashenmaß verwendet:

1 Sashen	2.133 58087 Meter	0.329 10911
1 geograph. Quadratmeile	55.0629 qkm	1.740 859

46b. Lineare Ausdehnungskoeffizienten für 1° C innerhalb der gewöhnlichen Gebrauchstemperaturen.

		log			log
Aluminium	0.0000 232	5.365 – 10	Magnalium	0.0000 240	5.380 – 10
Blei	288	5.459 – 10	Messing	187	5.272 – 10
Bronze (8 Kupfer + 1 Zinn)	183	5.262 – 10	Neusilber	184	5.265 – 10
Eisen	114	5.057 – 10	Nickel	130	5.114 – 10
Glas	085	4.929 – 10	Platin	090	4.954 – 10
Gold	145	5.161 – 10	Platin-Iridium (10 % Iridium)	087	4.940 – 10
Granit	087	4.940 – 10	Silber	197	5.294 – 10
Holz (Eiche)	062	4.792 – 10	Stahl, weich	111	5.045 – 10
Invar (64 Eisen + 36 Nickel)	009	3.954 – 10	„ gehärtet	125	5.097 – 10
Kupfer	172	5.236 – 10	Zink	298	5.474 – 10
			Zinn	225	5.352 – 10

47. Barometrische Höhenmessung.

Ia. Schwerekorrektion für die geographische Breite (nur für Quecksilberbarometer): Korr. $= -0.00259 \cdot p \cdot \cos 2\varphi$

Geographische Breite φ		Luftdruck p						
		500 mm	550 mm	600 mm	650 mm	700 mm	750 mm	800 mm
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
45°		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40°	50°	0.22	0.25	0.27	0.29	0.31	0.34	0.36
35	55	0.44	0.49	0.53	0.58	0.62	0.66	0.71
30	60	0.65	0.71	0.78	0.84	0.91	0.97	1.04
25	65	0.83	0.92	1.00	1.08	1.16	1.25	1.33
20	70	0.99	1.09	1.19	1.29	1.39	1.49	1.59
15	75	1.12	1.23	1.35	1.46	1.57	1.68	1.79
10	80	1.22	1.34	1.46	1.58	1.70	1.83	1.95
5	85	1.28	1.40	1.53	1.66	1.78	1.91	2.04
0	90	1.30	1.42	1.55	1.68	1.81	1.94	2.07
—	+							

Die Verbesserung ist für $\varphi < 45°$ negativ, für $\varphi > 45°$ positiv.

Ib. Schwerekorrektion für Seehöhe (nur für Quecksilberbarometer):

$$\text{Korr.} = -\frac{k\,z\,p}{R}$$

Luftdruck p	Hochebenen	Freie Atmosphäre	Luftdruck p	Hochebenen	Freie Atmosphäre
mm	mm	mm	mm	mm	mm
760	0.00	0.00	550	— 0.28	— 0.45
750	— 0.02	— 0.03	500	— 0.33	— 0.53
700	— 0.09	— 0.15	450	— 0.37	— 0.59
650	— 0.16	— 0.26	400	— 0.39	— 0.63
600	— 0.23	— 0.36	350	— 0.41	— 0.66

IIa. Korrektion der Temperatur für Änderung der Schwere mit der Breite: Korr. $= +0°71 \cdot \cos 2\varphi$

φ	Korr.	φ	Korr.	φ	Korr.	φ	Korr.
0°	+ 0°71	30°	+ 0°36	50°	— 0°12	70°	— 0°54
5	70	32	31	52	17	72	57
10	67	34	27	54	22	74	60
12	65	36	22	56	27	76	63
14	63	38	+ 0.17	58	— 0.31	78	— 0.65
16	60						
18	+ 0.57	40	+ 0.12	60	— 0.36	80	— 0.67
		42	+ 0.07	62	40	82	68
20	+ 0.54	44	+ 0.02	64	44	84	69
22	51	46	— 0.02	66	48	86	70
24	48	48	— 0.07	68	— 0.51	88	— 0.71
26	44						
28	+ 0.40	50	— 0.12	70	— 0.54	90	— 0.71
30	+ 0.36						

47. Barometrische Höhenmessung.

IIb. Korrektion der Temperatur für Feuchtigkeit: Korr. $= +\ 51{,}36\,\frac{f}{p}$

Luftdruck p	Dampfspannung f											
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	9 mm	10 mm	20 mm	30 mm
780 mm	0,07	0,13	0,20	0,26	0,33	0,40	0,46	0,53	0,59	0,66	1,32	1,98
760	07	14	20	27	34	41	47	54	61	68	1.35	2.03
740	07	14	21	28	35	42	49	56	62	69	1.39	2.08
720	07	14	21	29	36	43	50	57	64	71	1.43	2.14
700	07	15	22	29	37	44	51	59	66	73	1.47	2.20
680	0.08	0.15	0.23	0.30	0.38	0.45	0.53	0.60	0.68	0.76	1.51	
660	08	16	23	31	39	47	54	62	70	78	1.56	
640	08	16	24	32	40	48	56	64	72	80	1.61	
620	08	17	25	33	41	50	58	66	75	83	1.66	
600	09	17	26	34	43	51	60	68	77	86	1.71	
580	0.09	0.18	0.27	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.80	0.89		
560	09	18	28	37	46	55	64	73	83	92		
540	10	19	29	38	48	57	67	76	86	95		
520	10	20	30	40	49	59	69	79	89			
500	10	21	31	41	51	62	72	82	92			
480	0.11	0.21	0.32	0.43	0.54	0.64	0.75					
460	11	22	33	45	56	67	78					
440	12	23	35	47	58	70						
420	12	24	37	49	61	73						
400	13	26	39	51	64							

Die Verbesserung ist stets positiv.

IIc. Zur genäherten Berechnung des Dampfdruckes f im oberen Niveau Z_1, wenn der Dampfdruck f_0 im unteren Niveau gegeben ist.

$f = f_0 \times$ Faktor

Z_1	0 m	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m	600 m	700 m	800 m	900 m
0 m	1,000	0.965	0.932	0.900	0.868	0.838	0.809	0.781	0.754	0.728
1000	0.703	678	654	632	610	589	568	549	530	511
2000	493	476	460	440	428	414	399	385	372	359
3000	347	335	323	312	301	291	280	270	261	252
4000	243	235	227	219	211	204	197	190	184	177
5000	0.171	0.165	0.159	0.154	0.148	0.143	0.138	0.134	0.129	0.124
6000	120	116	112	108	104	101	097	094	091	087
7000	084	082	079	076	073	071	068	066	063	061

47. Barometrische Höhenmessung.

III. $18400 \cdot \log \frac{760}{p}$

p	$18400 \cdot \log \frac{760}{p}$		p	$18400 \cdot \log \frac{760}{p}$		p	$18400 \cdot \log \frac{760}{p}$		p	$18400 \cdot \log \frac{760}{p}$	
mm	m		mm	m		mm	m		mm	m	
400	5129.1		480	3672.1		560	2440.3		640	1373.3	
		39.9			33.2			28.4			25.0
402	5089.2		482	3638.9		562	2411.9		642	1348.3	
		39.6			33.0			28.4			24.8
404	5049.6		484	3605.9		564	2383.5		644	1323.5	
		39.5			33.0			28.3			24.8
406	5010.1		486	3572.9		566	2355.2		646	1298.7	
		39.2			32.8			28.2			24.7
408	4970.9		488	3540.1		568	2327.0		648	1274.0	
		39.1			32.7			28.1			24.6
410	4931.8		490	3507.4		570	2298.9		650	1249.4	
		38.9			32.6			28.0			24.6
412	4892.9		492	3474.8		572	2270.9		652	1224.8	
		38.7			32.4			27.9			24.4
414	4854.2		494	3442.4		574	2243.0		654	1200.4	
		38.5			32.3			27.8			24.4
416	4815.7		496	3410.1		576	2215.2		656	1176.0	
		38.3			32.1			27.7			24.4
418	4777.4		498	3378.0		578	2187.5		658	1151.6	
		38.2			32.0			27.6			24.2
420	4739.2		500	3346.0		580	2159.9		660	1127.4	
		38.0			32.0			27.5			24.2
422	4701.2		502	3314.0		582	2132.4		662	1103.2	
		37.7			31.8			27.4			24.1
424	4663.5		504	3282.2		584	2105.0		664	1079.1	
		37.6			31.6			27.3			24.0
426	4625.9		506	3250.6		586	2077.7		666	1055.1	
		37.5			31.5			27.2			24.0
428	4588.4		508	3219.1		588	2050.5		668	1031.1	
		37.2			31.4			27.2			23.9
430	4551.2		510	3187.7		590	2013.3		670	1007.2	
		37.1			31.3			27.0			23.8
432	4514.1		512	3156.4		592	1996.3		672	983.4	
		36.9			31.1			27.0			23.8
434	4477.2		514	3125.3		594	1969.3		674	959.6	
		36.7			31.0			26.8			23.6
436	4440.5		516	3094.3		596	1932.5		676	936.0	
		36.6			31.0			26.8			23.6
438	4403.9		518	3063.3		598	1915.7		678	912.4	
		36.4			30.8			26.7			23.6
440	4367.5		520	3032.5		600	1889.0		680	888.8	
		36.3			30.6			26.6			23.4
442	4331.2		522	3001.9		602	1862.4		682	865.4	
		36.0			30.6			26.5			23.4
444	4295.2		524	2971.3		604	1835.9		684	842.0	
		36.0			30.4			26.4			23.4
446	4259.2		526	2940.9		606	1809.5		686	818.6	
		35.7			30.4			26.4			23.2
448	4223.5		528	2910.5		608	1783.1		688	795.4	
		35.6			30.2			26.2			23.2
450	4187.9		530	2880.3		610	1756.9		690	772.2	
		35.4			30.1			26.2			23.2
452	4152.5		532	2850.2		612	1730.7		692	749.0	
		35.3			30.0			26.0			23.0
454	4117.2		534	2820.2		614	1704.7		694	726.0	
		35.2			29.8			26.0			23.0
456	4082.0		536	2790.4		616	1678.7		696	703.0	
		34.9			29.8			25.9			22.9
458	4047.1		538	2760.6		618	1652.8		698	680.1	
		34.8			29.6			25.8			22.9
460	4012.3		540	2731.0		620	1627.0		700	657.2	
		34.7			29.6			25.8			22.8
462	3977.6		542	2701.4		622	1601.2		702	634.4	
		34.5			29.4			25.6			22.8
464	3943.1		544	2672.0		624	1575.6		704	611.6	
		34.4			29.4			25.6			22 6
466	3908.7		546	2642.6		626	1550.0		706	589.0	
		34.2			29.2			25.5			22.6
468	3874.5		548	2613.4		628	1524.5		708	566.4	
		34.1			29.1			25.4			22.5
470	3840.4		550	2584.3		630	1499.1		710	543.9	
		33.9			29.0			25.3			22.6
472	3806.5		552	2555.3		632	1473.8		712	521.3	
		33.8			28.9			25.2			22.3
474	3772.7		554	2526.4		634	1448.6		714	499.0	
		33.7			28.8			25.2			22.4
476	3739.0		556	2497.6		636	1423.4		716	476.6	
		33.5			28.7			25.1			22.3
478	3705.5		558	2468.9		638	1398.3		718	454.3	
		33.4			28.6			25.0			22.2
480	3672.1		560	2440.3		640	1373.3		720	432.1	

47. Barometrische Höhenmessung.

III. $18400 \cdot \log \frac{760}{p}$ (Schluß).

p	$18400 \cdot \log \frac{760}{p}$	p	$18400 \cdot \log \frac{760}{p}$	p	$18400 \cdot \log \frac{760}{p}$	p	$18400 \cdot \log \frac{760}{p}$
mm	m	mm	m	mm	m	mm	m
720	432.1	740	213.1	760	0.0	780	— 207.5
	22.2		21.5		21.0		20.5
722	409.9	742	191.6	762	— 21.0	782	228.0
	22.1		21.5		20.9		20.4
724	387.8	744	170.1	764	41.9	784	248.4
	22.0		21.5		20.9		20.4
726	365.8	746	148.6	766	62.8	786	268.8
	22.0		21.4		20.8		20.3
728	343.8	748	127.2	768	— 83.6	788	— 289.1
	21.9		21.3		20.8		20.2
730	321.9	750	105.9	770	— 104.4	790	— 309.3
	21.9		21.3		20.8		20.2
732	300.0	752	84.6	772	125.2	792	329.5
	21.8		21.2		20.6		20.2
734	278.2	754	63.4	774	145.8	794	349.7
	21.8		21.2		20.7		20.1
736	256.4	756	42.2	776	166.5	796	369.8
	21.6		21.1		20.5		20.1
738	234.8	758	21.1	778	— 187.0	798	— 389.9
	21.7		21.1		20.5		20.0
740	213.1	760	0.0	780	— 207.5	800	— 409.9

IV. Temperaturkorrektion: Korr. $= + \alpha \Theta Z_1$.

Höhe Z_1	Korrigierte Mitteltemperatur Θ											
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	20°	30°
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
10m	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	1.1
20	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	1.5	2.2
30	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	2.2	3.3
40	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	2.9	4.4
50	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.8	3.7	5.5
60	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	4.4	6.6
70	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.6	5.1	7.7
80	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9	5.9	8.8
90	0.3	0.6	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3	6.6	9.9
100	0.4	0.7	1.1	1.5	1.8	2.2	2.6	2.9	3.3	3.7	7.3	11.0
200	0.7	1.5	2.2	2.9	3.7	4.4	5.1	5.9	6.6	7.3	14.7	22.0
300	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	11.0	22.0	33.0
400	1.5	2.9	4.4	5.9	7.3	8.8	10.3	11.7	13.2	14.7	29.4	44.0
500	1.8	3.7	5.5	7.3	9.2	11.0	12.9	14.7	16.5	18.4	36.7	55.1
600	2.2	4.4	6.6	8.8	11.0	13.2	15.4	17.6	19.8	22.0	44.0	66.1
700	2.6	5.1	7.7	10.3	12.9	15.4	18.0	20.6	23.1	25.7	51.4	77.1
800	2.9	5.9	8.8	11.7	14.7	17.6	20.6	23.5	26.4	29.4	58.7	88.1
900	3.3	6.6	9.9	13.2	16.5	19.8	23.1	26.4	29.7	33.0	66.1	99.1
1000	3.7	7.3	11.0	14.7	18.4	22.0	25.7	29.4	33.0	36.7	73.4	110.1
2000	7.3	14.7	22.0	29.4	36.7	44.0	51.4	58.7	66.1	73.4	146.8	220.2
3000	11.0	22.0	33.0	44.0	55.1	66.1	77.1	88.1	99.1	110.1	220.2	330.3
4000	14.7	29.4	44.0	58.7	73.4	88.1	102.8	117.4	132.1	146.8	293.6	440.4
5000	18.4	36.7	55.1	73.4	91.8	110.1	128.5	146.8	165.2	183.5	367.0	550.5
6000	22.0	44.0	66.1	88.1	110.1	132.1	154.1	176.2	198.2	220.2	440.4	660.6
7000	25.7	51.4	77.1	102.8	128.5	154.1	179.8	205.5	231.2	256.9	513.8	770.7

Diese Verbesserung ist { zu Z_1 zu addieren, wenn Θ positiv / von Z_1 zu subtrahieren, wenn Θ negativ } ist.

47. Barometrische Höhenmessung.

V. Korrektion wegen Abnahme der Schwere mit der Höhe:

$$\text{Korr.} = + \frac{k Z_2 (Z_2 + 2 z_0)}{2 R}$$

Unteres Niveau z_0	Höhendifferenz des oberen Niveaus Z_2						
	1000^m	2000^m	3000^m	4000^m	5000^m	6000^m	7000^m
	m	m	m	m	m	m	m
0^m	0.2	0.6	1.4	2.5	3.9	5.7	7.7
100	0.2	0.7	1.5	2.6	4.1	5.8	7.9
200	0.2	0.8	1.6	2.8	4.2	6.0	8.1
300	0.3	0.8	1.7	2.9	4.4	6.2	8.4
400	0.3	0.9	1.8	3.0	4.6	6.4	8.6
500	0.3	0.9	1.9	3.1	4.7	6.6	8.8
600	0.3	1.0	2.0	3.3	4.4	6.8	9.0
700	0.4	1.1	2.1	3.4	5.0	7.0	9.2
800	0.4	1.1	2.2	3.5	5.2	7.2	9.5
900	0.4	1.2	2.3	3.6	5.3	7.3	9.7
1000	0.5	1.3	2.4	3.8	5.5	7.5	9.9
1500		1.6	2.8	4.4	6.3	8.5	11.0
2000		1.9	3.3	5.0	7.1	9.4	12.1
2500			3.8	5.7	7.9	10.4	13.2
3000			4.2	6.3	8.6	11.3	14.3

Diese Verbesserung ist stets positiv.

VI. Korrektionsfaktor zum Übergang auf linear mit der Höhe abnehmende Lufttemperatur.

Differenz der Temperaturen $t_0 - t$	Mitteltemperaturen $\Theta = \frac{t_0 + t}{2}$						
	-30^0	-20^0	-10^0	0^0	$+10^0$	$+20^0$	$+30^0$
10^0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
20	0006	0005	0005	0005	0004	0004	0004
30	0013	0012	0011	0010	0009	0009	0008
40	0023	0021	0019	0018	0017	0016	0015
50	0036	0033	0030	0028	0026	0025	0023

Von der berechneten Höhe ist der dieser Tafel entsprechende Bruchteil abzuziehen.

47. Barometrische Höhenmessung.

VII. Zur genäherten Berechnung der Höhe.

n	Z_1	n	Z_1	n	Z_1	n	Z_1
1.00	0m	1.25	1783m	1.50	3240m	1.75	4472m
	79		64		53		45
01	79	26	1847	51	3293	76	4517
	79		63		53		46
02	158	27	1910	52	3346	77	4563
	78		63		52		45
03	236	28	1973	53	3398	78	4608
	77		62		52		45
04	313	29	2035	54	3450	79	4653
	77		62		52		44
1.05	390	1.30	2097	1.55	3502	1.80	4697
	76		61		51		44
06	466	31	2158	56	3553	81	4741
	75		61		51		44
07	541	32	2219	57	3604	82	4785
	74		60		51		44
08	615	33	2279	58	3655	83	4829
	74		60		51		44
09	689	34	2339	59	3706	84	4873
	73		59		50		43
1.10	762	1.35	2398	1.60	3756	1.85	4916
	72		59		50		43
11	834	36	2457	61	3806	86	4959
	72		59		49		43
12	906	37	2516	62	3855	87	5002
	71		58		49		43
13	977	38	2574	63	3904	88	5045
	70		58		49		42
14	1047	39	2632	64	3953	89	5087
	70		57		49		42
1.15	1117	1.40	2689	1.65	4002	1.90	5129
	69		57		48		42
16	1186	41	2746	66	4050	91	5171
	69		56		48		42
17	1255	42	2802	67	4098	92	5213
	68		56		48		41
18	1323	43	2858	68	4146	93	5254
	67		56		47		42
19	1390	44	2914	69	4193	94	5296
	67		55		47		41
1.20	1457	1.45	2969	1.70	4240	1.95	5337
	66		55		47		41
21	1523	46	3024	71	4287	96	5378
	66		55		47		40
22	1589	47	3079	72	4334	97	5418
	65		54		46		41
23	1654	48	3133	73	4380	98	5459
	65		54		46		40
24	1719	49	3187	74	4426	99	5499
	64		53		46		40
1.25	1783	1.50	3240	1.75	4472	2.00	5539

$$n = \frac{p_0}{p}$$

47. Barometrische Höhenmessung.

VIII. Logarithmische Höhentafeln.

VIIIa) $A = 18400 \left(1 + \alpha \cdot \frac{t_o + t}{2}\right)$

$\frac{t_o + t}{2}$	log A	$\frac{t_o + t}{2}$	log A	$\frac{t_o + t}{2}$	log A
— 30°	4.2142 18	— 10°	4.2486 17	+ 10°	4.2804 16
29	2160 18	9	2503 16	11	2820 15
28	2178 18	8	2519 16	12	2835 15
27	2196 17	7	2535 17	13	2850 15
— 26	2213 18	— 6	2552 16	+ 14	2865 16
— 25	4.2231 17	— 5	4.2568 16	+ 15	4.2881 15
24	2248 18	4	2584 16	16	2896 15
23	2266 17	3	2600 16	17	2911 15
22	2283 17	2	2616 16	18	2926 15
— 21	2300 18	— 1	2632 16	+ 19	2941 14
— 20	4.2318 17	0	4.2648 16	+ 20	4.2955 15
19	2335 17	+ 1	2664 16	21	2970 15
18	2352 17	2	2680 16	22	2985 15
17	2369 17	3	2696 15	23	3000 14
— 16	2386 17	+ 4	2711 16	+ 24	3014 15
— 15	4.2403 16	+ 5	4.2727 16	+ 25	4.3029 14
14	2419 17	6	2743 15	26	3043 15
13	2436 17	7	2758 16	27	3058 14
12	2453 16	8	2774 15	28	3072 15
— 11	2479 17	+ 9	2789 15	+ 29	3087 14
— 10	4.2486	+ 10	4.2804	+ 30	4.3101

$$\log Z = \log (\log p_o - \log p) + \log A + \log B + \log C + \log D$$

47. Barometrische Höhenmessung.

VIII. Logarithmische Höhentafeln.

VIII b) $$B = 1 + 0.377 \frac{f_o + f}{p_o + p}$$

$\log B$

$\frac{f_o + f}{2}$	$(p_o + p)$ in Millimeter							$\frac{t_o + t}{2}$
	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	
2^{mm}	7^{IV}	6^{IV}	5^{IV}	5^{IV}	5^{IV}	4^{IV}	4^{IV}	—10°2
3	10	9	8	8	7	7	6	— 5.0
4	13	12	11	10	9	9	8	— 0.5
5	16	15	14	13	12	11	10	+ 3.2
6	20	18	16	15	14	13	12	+ 6.2
7	23	21	19	18	16	15	14	+ 9.0
8	26	24	22	20	19	17	16	+ 11.6
9	29	27	25	23	21	20	18	+ 14.3
10	33	30	27	25	23	22	20	+ 17.0
11	36	33	30	28	26	24	22	+ 19.6

Stets positiv.

VIII c) $$C = 1 + 0.00265 \cos 2\varphi$$

φ	$\log C$	φ
0°	$+ 11^{IV}$ —	90°
5	11	85
10	11	80
15	+ 10 —	75
20	+ 9 —	70
25	7	65
30	6	60
35	4	55
40	+ 2 —	50
45	0	45

VIII d) $$D = 1 + \frac{Z + 2z_o}{R}$$

$Z + 2z_o$	$\log D$
0^m	0^{IV}
733	+ 1
2200	+ 2
3668	+ 3
5135	+ 4
6604	+ 5
8072	+ 6
9541	

$$\log Z = \log(\log p_o - \log p) + \log A + \log B + \log C + \log D$$

48. Sättigungsdrucke des Wasserdampfes.

In Millimetern Quecksilber von 0° und normaler Schwere.

T	p		Z_0		T	p		Z_0		T	p		Z_0	
o	mm		m		o	mm		m		o	mm		m	
83.0	400.90		5111		89.0	506.36		3245	61	95.0	634.01		1448	
		3.19		63			3.88					4.68		59
2	404.09		5048		2	510.24		3184	61	2	638.69		1389	
		3.22		64			3.90					4.70		58
4	407.31		4984		4	514.14		3123	61	4	643.39		1331	
		3.23		63			3.93					4.74		59
6	410.54		4921		6	518.07		3062	61	6	648.13		1272	
		3.26		63			3.95					4.76		59
8	413.80		4858		8	522.02		3001		8	652.89		1213	
		3.28		63			3.98		60			4.80		58
84.0	417.08		4795		90.0	526.00		2941	61	96.0	657.69		1155	
		3.30		63			4.00					4.82		58
2	420.38		4732		2	530.00		2880	60	2	662.51		1097	
		3.32		63			4.03					4.86		58
4	423.70		4669		4	534.03		2820	61	4	667.37		1039	
		3.34		63			4.05					4.88		59
6	427.04		4606		6	538.08		2759	60	6	672.25		980	
		3.37		62			4.08					4.92		58
8	430.41		4544		8	542.16		2699		8	677.17		922	
		3.38		63			4.11		60			4.94		58
85.0	433.79		4481		91.0	546.27		2639	61	97.0	682.11		864	
		3.41		62			4.13					4.97		58
2	437.20		4419		2	550.40		2578	60	2	687.08		806	
		3.44		63			4.16					5.01		58
4	440.64		4356		4	554.56		2518	60	4	692.09		748	
		3.45		62			4.18					5.03		58
6	444.09		4294		6	558.74		2458	60	6	697.12		690	
		3.48		63			4.21					5.07		58
8	447.57		4231		8	562.95		2398		8	702.19		632	
		3.50		62			4.24		60			5.10		58
86.0	451.07		4169		92.0	567.19		2338	60	98.0	707.29		574	
		3.52		62			4.26					5.13		58
2	454.59		4107		2	571.45		2278	60	2	712.42		516	
		3.54		62			4.29					5.16		57
4	458.13		4045		4	575.74		2219	59	4	717.58		459	
		3.57		62			4.32		60			5.19		58
6	461.70		3983		6	580.06		2159	60	6	722.77		401	
		3.59		62			4.34					5.22		58
8	465.29		3921		8	584.40		2099		8	727.99		343	
		3.62		62			4.37		59	*		5.25		57
87.0	468.91		3859		93.0	588.77		2040	60	99.0	733.24		286	
		3.63		62			4.40					5.29		57
2	472.54		3797		2	593.17		1980	59	2	738.53		229	
		3.67		62			4.43					5.32		57
4	476.21		3735		4	597.60		1921	60	4	743.85		172	
		3.68		62			4.45					5.35		58
6	479.89		3673		6	602.05		1861	59	6	749.20		114	
		3.71		61			4.48					5.38		57
8	483.60		3612		8	606.53		1802		8	754.58		57	
		3.73		61			4.51		59			5.42		57
88.0	487.33		3551		94.0	611.04		1743	59	100.0	760.00		0	
		3.76		62			4.54					5.45		57
2	491.09		3489		2	615.58		1684	59	2	765.45		— 57	
		3.78		61			4.56					5.48		57
4	494.87		3428		4	620.14		1625	59	4	770.93		— 114	
		3.80		61			4.59					5.51		57
6	498.67		3367		6	624.73		1566	59	6	776.44		— 171	
		3.83		61			4.63					5.55		57
8	502.50		3306		8	629.36		1507	59	8	781.99		— 228	
		3.86		61			4.65		59			5.58		57
89.0	506.36		3245		95.0	634.01		1448		101.0	787.57		— 285	

49. Julianische Periode.

a) Anzahl der am 0. Januar seit Anfang der Periode verflossenen Tage.

Jahr n. Chr.	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	17	17	17	18	18	19	19	19	20	20
0	21057	57582	94107	30632	67157	03682	40207	76732	13257	49782
4	22518	59043	95568	32093	68618	05143	41668	78193	14718	51243
8	23979	60504	97029	33554	70079	06604	43129	79654	16179	52704
12	25440	61965	98490	35015	71540	08065	44590	81115	17640	54165
16	26901	63426	99951	36476	73001	09526	46051	82576	19101	55626
20	28362	64887	01412	37937	74462	10987	47512	84037	20562	57087
24	29823	66348	02873	39398	75923	12448	48973	85498	22023	58548
28	31284	67809	04334	40859	77384	13909	50434	86959	23484	60009
32	32745	69270	05795	42320	78845	15370	51895	88420	24945	61470
36	34206	70731	07256	43781	80306	16831	53356	89881	26406	62931
40	35667	72192	08717	45242	81767	18292	54817	91342	27867	64392
44	37128	73653	10178	46703	83228	19753	56278	92803	29328	65853
48	38589	75114	11639	48164	84689	21214	57739	94264	30789	67314
52	40050	76575	13100	49625	86150	22675	59200	95725	32250	68775
56	41511	78036	14561	51086	87611	24136	60661	97186	33711	70236
60	42972	79497	16022	52547	89072	25597	62122	98647	35172	71697
64	44433	80958	17483	54008	90533	27058	63583	00108	36633	73158
68	45894	82419	18944	55469	91994	28519	65044	01569	38094	74619
72	47355	83880	20405	56930	93455	29980	66505	03030	39555	76080
76	48816	85341	21866	58391	94916	31441	67966	04491	41016	77541
80	50277	86802	23327	59852	96377	32902	69427	05952	42477	79002
84	51738	88263	24788	61313	97838	34363	70888	07413	43938	80463
88	53199	89724	26249	62774	99299	35824	72349	08874	45399	81924
92	54660	91185	27710	64235	00760	37285	73810	10335	46860	83385
96	56121	92646	29171	65696	02221	38746	75271	11796	48321	84846
100	57582	94107	30632	67157	03682	40207	76732	13257	49782	86307
	17	17	18	18	19	19	19	20	20	20

b) Anzahl der am 0. jeden Monats seit Beginn der Schaltperiode verflossenen Tage.

Jahr	Jan. 0	Febr. 0	März 0	April 0	Mai 0	Juni 0	Juli 0	Aug. 0	Sept. 0	Okt. 0	Nov. 0	Dez. 0
0	0	31	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
1	366	397	425	456	486	517	547	578	609	639	670	700
2	731	762	790	821	851	882	912	943	974	1004	1035	1065
3	1096	1127	1155	1186	1216	1247	1277	1308	1339	1369	1400	1430

49. Julianische Periode (Schluß).

a) Anzahl der am 0. Januar seit Anfang der Periode verflossenen Tage.

Jahr n. Chr.	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
	20	21	21	21	22	22	23	23	23	24
0	86307	22832	59357	95882	32407	68932	05447	41971[1])	78495[1])	15019[1])
4	87768	24293	60818	97343	33868	70393	06908	43432	79956	16480
8	89229	25754	62279	98804	35329	71854	08369	44893	81417	17941
12	90690	27215	63740	00265	36790	73315	09830	46354	82878	19402
16	92151	28676	65201	01726	38251	74776	11291	47815	84339	20863
20	93612	30137	66662	03187	39712	76237	12752	49276	85800	22324
24	95073	31598	68123	04648	41173	77698	14213	50737	87261	23785
28	96534	33059	69584	06109	42634	79159	15674	52198	88722	25246
32	97995	34520	71045	07570	44095	80620	17135	53659	90183	26707
36	99456	35981	72506	09031	45556	82081	18596	55120	91644	28168
40	00917	37442	73967	10492	47017	83542	20057	56581	93105	29629
44	02378	38903	75428	11953	48478	85003	21518	58042	94566	31090
48	03839	40364	76889	13414	49939	86464	22979	59503	96027	32551
52	05300	41825	78350	14875	51400	87925	24440	60964	97488	34012
56	06761	43286	79811	16336	52861	89386	25901	62425	98949	35473
60	08222	44747	81272	17797	54322	90847	27362	63886	00410	36934
64	09683	46208	82733	19258	55783	92308	28823	65347	01871	38395
68	11144	47669	84194	20719	57244	93769	30284	66808	03332	39856
72	12605	49130	85655	22180	58705	95230	31745	68269	04793	41317
76	14066	50591	87116	23641	60166	96691	33206	69730	06254	42778
80	15527	52052	88577	25102	61627	98152	34667	71191	07715	44239
84	16988	53513	90038	26563	63088	99603	36128	72652	09176	45700
88	18449	54974	91499	28024	64549	01064	37589	74113	10637	47161
92	19910	56435	92960	29485	66010	02525	39050	75574	12098	48622
96	21371	57896	94421	30946	67471	03986	40511	77035	13559	50083
100	22832	59357	95882	32407	68932	05447	41971[1])	78495[1])	15019[1])	51544
	21	21	21	22	22	23	23	23	24	24

[1]) Die Zahlen geben die am — 1. Jan. seit Anfang der Periode verflossenen Tage.

b) Anzahl der am 0. jedes Monats seit Beginn der Schaltperiode verflossenen Tage.

Jahr	Jan. 0	Febr. 0	März 0	April 0	Mai 0	Juni 0	Juli 0	Aug. 0	Sept. 0	Okt. 0	Nov. 0	Dez. 0
0	0[2])	31[2])	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335
1	366	397	425	456	486	517	547	578	609	639	670	700
2	731	762	790	821	851	882	912	943	974	1004	1035	1065
3	1096	1127	1155	1186	1216	1247	1277	1308	1339	1369	1400	1430

Von 1582 Okt. 15 bis 1583 Dez. 31 sind die Zahlen der Tafel a um 10 zu verkleinern.

[2]) In den Jahren 1700, 1800, 1900 um 1 zu vergrößern.

50 a. Wahre Anomalie in der parabolischen Bewegung.

M	v	log A	
0.0	0° 0′ 0″	3.7005	1
1.0	1 23 37	7004	4
2.0	2 47 12	7000	6
3.0	4 10 40	6994	9
4.0	5 34 0	6985	12
5.0	6 57 8	3.6973	14
6.0	8 20 1	6959	16
7.0	9 42 37	6943	19
8.0	11 4 53	6924	21
9.0	12 26 46	6903	24
10.0	13 48 13	3.6879	26
11.0	15 9 13	6853	28
12.0	16 29 42	6825	31
13.0	17 49 39	6794	33
14.0	19 9 1	6761	34
15.0	20 27 47	3.6727	37
16.0	21 45 53	6690	39
17.0	23 3 19	6651	40
18.0	24 20 3	6611	43
19.0	25 36 3	6568	44
20.0	26 51 17	3.6524	

log M	v	log A	
1.20	21° 34′ 8″	5.2318	86
21	22 2 50	2404	86
22	22 32 7	2490	85
23	23 1 58	2575	84
24	23 32 25	2659	83
1.25	24 3 27	5.2742	83
26	24 35 5	2825	82
27	25 7 19	2907	81
28	25 40 10	2988	80
29	26 13 38	3068	80
1.30	26 47 44	5.3148	79
31	27 22 28	3227	78
32	27 57 49	3305	77
33	28 33 48	3382	76
34	29 10 26	3458	75
1.35	29 47 43	5.3533	75
36	30 25 39	3608	73
37	31 4 13	3681	72
38	31 43 26	3753	71
39	32 23 19	3824	70
1.40	33 3 51	5.3894	

log M	v	log A	
1.40	33° 3′ 51″	5.3894	69
41	33 45 2	3963	67
42	34 26 52	4030	67
43	35 9 20	4097	65
44	35 52 28	4162	64
1.45	36 36 15	5.4226	62
46	37 20 40	4288	61
47	38 5 43	4349	60
48	38 51 24	4409	58
49	39 37 43	4467	57
1.50	40 24 38	5.4524	55
51	41 12 11	4579	54
52	42 0 19	4633	52
53	42 49 3	4685	51
54	43 38 21	4736	49
1.55	44 28 14	5.4785	47
56	45 18 40	4832	46
57	46 9 39	4878	44
58	47 1 9	4922	42
59	47 53 10	4964	41
1.60	48 45 42	5.5005	38
61	49 38 42	5043	37
62	50 32 9	5080	35
63	51 26 4	5115	34
64	52 20 24	5149	31
1.65	53 15 8	5.5180	29
66	54 10 15	5209	28
67	55 5 44	5237	26
68	56 1 34	5263	23
69	56 57 43	5286	22
1.70	57 54 9	5.5308	20
71	58 50 52	5328	18
72	59 47 50	5346	16
73	60 45 1	5362	15
74	61 42 25	5377	12
1.75	62 39 58	5.5389	10
76	63 37 41	5399	9
77	64 35 31	5408	6
78	65 33 28	5414	5
79	66 31 29	5419	3
1.80	67 29 33	5.5422	

log M	v	log A	
1.80	67° 29′ 33″	5.5422	1
81	68 27 38	5423	1
82	69 25 44	5422	2
83	70 23 48	5420	5
84	71 21 50	5415	6
1.85	72 19 47	5.5409	8
86	73 17 39	5401	9
87	74 15 23	5392	11
88	75 13 0	5381	13
89	76 10 27	5368	14
1.90	77 7 43	5.5354	16
91	78 4 48	5338	18
92	79 1 39	5320	19
93	79 58 16	5301	20
94	80 54 37	5281	22
1.95	81 50 43	5.5259	23
96	82 46 30	5236	25
97	83 42 0	5211	26
98	84 37 10	5185	27
99	85 32 0	5158	28
2.00	86 26 29	5.5130	30
01	87 20 36	5100	30
02	88 14 21	5070	32
03	89 7 42	5038	33
04	90 0 40	5005	34
2.05	90 53 14	5.4971	35
06	91 45 23	4936	35
07	92 37 7	4901	37
08	93 28 24	4864	38
09	94 19 16	4826	38
2.10	95 9 41	5.4788	39
11	95 59 39	4749	40
12	96 49 10	4709	41
13	97 38 13	4668	41
14	98 26 49	4627	42
2.15	99 14 57	5.4585	43
16	100 2 37	4542	43
17	100 49 49	4499	44
18	101 36 32	4455	44
19	102 22 48	4411	45
2.20	103 8 35	5.4366	

$$M = \frac{t}{q^{\frac{3}{2}}} \qquad r = q \sec^2 \frac{v}{2}$$

50a. Wahre Anomalie in der parabolischen Bewegung.

(Fortsetzung).

log M	v	log A	log M	v	log A	log M	v	log A
2.20	103° 8′ 35″	5.4366	2.60	127° 39′ 13″	5.2408	3.00	143° 18′ 57″	5.0543
21	103 53 53	4321 45	61	128 8 5	2359 49	01	143 37 45	0499 44
22	104 38 44	4275 46	62	128 36 37	2310 49	02	143 56 21	0455 44
23	105 23 6	4229 46	63	129 4 49	2261 49	03	144 14 46	0411 44
24	106 6 59	4182 47	64	129 32 43	2212 49	04	144 32 59	0368 43
		46			48			43
2.25	106 50 25	5.4136	2.65	130 0 18	5.2164	3.05	144 51 2	5.0325
26	107 33 22	4088 48	66	130 27 35	2115 49	06	145 8 55	0281 44
27	108 15 52	4041 47	67	130 54 33	2067 48	07	145 26 36	0238 43
28	108 57 54	3993 48	68	131 21 13	2018 49	08	145 44 8	0195 43
29	109 39 28	3945 48	69	131 47 36	1970 48	09	146 1 29	0153 42
		48			48			43
2.30	110 20 34	5.3897	2.70	132 13 42	5.1922	3.10	146 18 39	5.0110
31	111 1 13	3848 49	71	132 39 30	1874 48	11	146 35 40	0067 43
32	111 41 25	3799 49	72	133 5 1	1826 48	12	146 52 30	5.0025 42
33	112 21 10	3750 49	73	133 30 15	1778 48	13	147 9 11	4.9982 43
34	113 0 28	3701 49	74	133 55 13	1731 47	14	147 25 42	4.9940 42
		49			48			42
2.35	113 39 20	5.3652	2.75	134 19 55	5.1683	3.15	147 42 4	4.9898
36	114 17 45	3602 50	76	134 44 20	1636 47	16	147 58 16	9856 42
37	114 55 44	3553 49	77	135 8 30	1589 47	17	148 14 19	9814 42
38	115 33 18	3503 50	78	135 32 24	1542 47	18	148 30 12	9772 42
39	116 10 25	3454 49	79	135 56 2	1495 47	19	148 45 57	9731 41
		50			47			42
2.40	116 47 8	5.3404	2.80	136 19 26	5.1448	3.20	149 1 32	4.9689
41	117 23 25	3354 50	81	136 42 34	1402 46	21	149 16 59	9648 41
42	117 59 17	3304 50	82	137 5 28	1355 47	22	149 32 17	9607 41
43	118 34 45	3254 50	83	137 28 7	1309 46	23	149 47 26	9565 42
44	119 9 48	3204 50	84	137 50 31	1263 46	24	150 2 26	9524 41
		50			46			41
2.45	119 44 27	5.3154	2.85	138 12 42	5.1217	3.25	150 17 18	4.9483
46	120 18 43	3104 50	86	138 34 38	1171 46	26	150 32 2	9442 41
47	120 52 35	3054 50	87	138 56 21	1125 46	27	150 46 37	9402 40
48	121 26 3	3004 50	88	139 17 50	1079 46	28	151 1 4	9361 41
49	121 59 9	2954 50	89	139 39 5	1034 45	29	151 15 24	9320 41
		50			45			40
2.50	122 31 52	5.2904	2.90	140 0 7	5.0989	3.30	151 29 35	4.9280
51	123 4 12	2854 50	91	140 20 56	0943 46	31	151 43 38	9239 41
52	123 36 11	2804 50	92	140 41 33	0898 45	32	151 57 33	9199 40
53	124 7 47	2755 49	93	141 1 56	0853 45	33	152 11 21	9159 40
54	124 39 2	2705 50	94	141 22 7	0809 44	34	152 25 1	9119 40
		50			45			40
2.55	125 9 56	5.2655	2.95	141 42 5	5.0764	3.35	152 38 34	4.9079
56	125 40 28	2606 49	96	142 1 52	0719 45	36	152 51 59	9039 40
57	126 10 40	2556 50	97	142 21 26	0675 44	37	153 5 17	8999 40
58	126 40 31	2507 49	98	142 40 48	0631 44	38	153 18 27	8959 40
59	127 10 2	2458 49	99	142 59 58	0587 44	39	153 31 31	8920 39
		50			44			40
2.60	127 39 13	5.2408	3.00	143 18 57	5.0543	3.40	153 44 27	4.8880

$$M = \frac{t}{q^{\frac{3}{2}}} \qquad r = q \sec^2 \frac{v}{2}$$

50 a. Wahre Anomalie in der parabolischen Bewegung.
(Schluß).

log M	v	log A	log M	v	log A	log M	v	log A
3.40	153° 44′ 27″	4.8880	3.80	160° 58′ 10″	4.7360	4.20	166° 6′ 49″	4.5922
41	153 57 16	8841 39	81	161 7 12	7323 37	21	166 13 18	5887 35
42	154 9 59	8801 40	82	161 16 9	7286 37	22	166 19 45	5852 35
43	154 22 34	8762 39	83	161 25 3	7249 37	23	166 26 8	5817 35
44	154 35 2	8723 39	84	161 33 51	7213 36	24	166 32 28	5782 35
		39			37			35
3.45	154 47 24	4.8684	3.85	161 42 35	4.7176	4.25	166 38 45	4.5747
46	154 59 40	8645 39	86	161 51 15	7140 36	26	166 44 59	5712 35
47	155 11 48	8606 39	87	161 59 50	7103 37	27	166 51 10	5677 35
48	155 23 50	8567 39	88	162 8 21	7067 36	28	166 57 18	5641 36
49	155 35 46	8528 39	89	162 16 48	7030 37	29	167 3 23	5606 35
		39			36			35
3.50	155 47 36	4.8489	3.90	162 25 11	4.6994	4.30	167 9 25	4.5571
51	155 59 19	8451 38	91	162 33 29	6958 36	31	167 15 25	5537 34
52	156 10 55	8412 39	92	162 41 44	6922 36	32	167 21 21	5502 35
53	156 22 26	8374 38	93	162 49 54	6885 37	33	167 27 14	5467 35
54	156 33 51	8335 39	94	162 58 0	6849 36	34	167 33 5	5432 35
		38			36			35
3.55	156 45 9	4.8297	3.95	163 6 2	4.6813	4.35	167 38 53	4.5397
56	156 56 22	8259 38	96	163 14 0	6777 36	36	167 44 38	5362 35
57	157 7 29	8220 39	97	163 21 54	6741 36	37	167 50 21	5327 35
58	157 18 30	8182 38	98	163 29 44	6705 36	38	167 56 0	5293 34
59	157 29 25	8144 38	99	163 37 31	6669 36	39	168 1 37	5258 35
		38			36			35
3.60	157 40 14	4.8106	4.00	163 45 13	4.6633	4.40	168 7 11	4.5223
61	157 50 58	8068 38	01	163 52 52	6597 36	41	168 12 43	5188 35
62	158 1 36	8030 38	02	164 0 27	6562 35	42	168 18 12	5154 34
63	158 12 9	7993 37	03	164 7 58	6526 36	43	168 23 38	5119 35
64	158 22 36	7955 38	04	164 15 26	6490 36	44	168 29 2	5084 35
		38			36			34
3.65	158 32 58	4.7917	4.05	164 22 49	4.6454	4.45	168 34 23	4.5050
66	158 43 14	7880 37	06	164 30 10	6418 36	46	168 39 42	5015 35
67	158 53 25	7842 38	07	164 37 26	6383 35	47	168 44 58	4980 35
68	159 3 31	7805 37	08	164 44 39	6347 36	48	168 50 11	4946 34
69	159 13 32	7767 38	09	164 51 49	6312 35	49	168 55 22	4911 35
		37			36			34
3.70	159 23 27	4.7730	4.10	164 58 55	4.6276	4.50	169 0 31	4.4877
71	159 33 17	7693 37	11	165 5 57	6241 35	51	169 5 37	4842 35
72	159 43 3	7655 38	12	165 12 56	6205 36	52	169 10 41	4808 34
73	159 52 43	7618 37	13	165 19 52	6170 35	53	169 15 42	4773 35
74	160 2 19	7581 37	14	165 26 44	6134 36	54	169 20 41	4739 34
		37			35			35
3.75	160 11 49	4.7544	4.15	165 33 33	4.6099	4.55	169 25 38	4.4704
76	160 21 15	7507 37	16	165 40 19	6064 35	56	169 30 32	4669 35
77	160 30 36	7470 37	17	165 47 1	6028 36	57	169 35 24	4635 34
78	160 39 52	7433 37	18	165 53 40	5993 35	58	169 40 13	4601 34
79	160 49 3	7396 37	19	166 0 16	5958 35	59	169 45 1	4567 34
		36			36			35
3.80	160 58 10	4.7360	4.20	166 6 49	4.5922	4.60	169 49 46	4.4532

$$M = \frac{t}{q^{\frac{3}{2}}} \qquad r = q \sec^2 \frac{v}{2}$$

50b. Wahre Anomalie in der Parabel für große v (nahe 180°).

w	δ	w	δ	w	δ
155° 0′	3′ 23″	159° 0′	1′ 25″	166° 0′	0′ 11″
10	3 16 7	10	22 3	20	10 1
20	3 10 6	20	19 3	40	9 1
30	3 4 6	30	15 4	167 0	8 1
40	2 57 7	40	12 3	20	7 1
50	52 5	50	1 10 2	40	0 6 1
	6		3		1
156 0	2 46 6	160 0	1 7 6	168 0	0 5 0
10	40 5	20	1 1 5	20	5 1
20	35 6	40	0 56 4	40	4 1
30	29 5	161 0	52 5	169 0	3 0
40	24 5	20	47 4	20	3 1
50	2 19 5	40	0 43 4	40	0 2 0
157 0	2 14 5	162 0	0 39 3	170 0	0 2 0
10	9 4	20	36 3	20	2 1
20	5 5	40	33 3	40	1 0
30	2 0 4	163 0	30 3	171 0	1 0
40	1 56 5	20	27 3	20	1 0
50	1 51 4	40	0 24 2	40	0 1 0
158 0	1 47 4	164 0	0 22 2	172 0	0 1 0
10	43 4	20	20 2	20	1 0
20	39 3	40	18 2	40	0 1 0
30	36 4	165 0	16 2	173 0	0 0
40	32 3	20	14 1		0
50	1 29 4	40	0 13 2	180 0	0
159 0	1 25	166 0	0 11		

$$\frac{1}{M} = \frac{q^{\frac{3}{2}}}{t}$$

$$\sin w = \sqrt{[2.34\,090]\frac{1}{M}}$$

w im II. Quadranten

$$v = w + \delta$$

51a. Wahre Anomalie in parabelnahen Bahnen.

ε	log f	log E	ε	log f	log E
— 0.30	0.04 625 138	0.00 317 9	0.00	0.00 000 174	0.00 000 12
29	04 487 139	00 308 9	+ 0.01	9.99 826 177	9.99 988 13
28	04 348 140	00 299 9	02	99 649 177	99 975 13
27	04 208 141	00 290 10	03	99 472 179	99 962 13
26	04 067 142	00 280 9	04	99 293 181	99 949 13
— 0.25	0.03 925 143	0.00 271 10	+ 0.05	9.99 112 183	9.99 936 13
24	03 782 144	00 261 9	06	98 929 184	99 923 14
23	03 638 145	00 252 10	07	98 745 187	99 909 13
22	03 493 146	00 242 10	08	98 558 187	99 896 14
21	03 347 147	00 232 10	09	98 371 190	99 882 14
— 0.20	0.03 200 148	0.00 222 10	+ 0.10	9.98 181 192	9.99 868 14
19	03 052 150	00 212 10	11	97 989 193	99 854 14
18	02 902 150	00 202 10	12	97 796 196	99 840 15
17	02 752 152	00 192 10	13	97 600 197	99 825 15
16	02 600 153	00 182 11	14	97 403 200	99 810 15
— 0.15	0.02 447 154	0.00 171 10	+ 0.15	9.97 203 201	9.99 795 15
14	02 293 155	00 161 11	16	97 002 204	99 780 15
13	02 138 157	00 150 11	17	96 798 206	99 765 16
12	01 981 157	00 139 11	18	96 592 208	99 749 15
11	01 824 159	00 128 11	19	96 384 210	99 734 16
— 0.10	0.01 665 161	0.00 117 11	+ 0.20	9.96 174 213	9.99 718 16
09	01 504 161	00 106 11	21	95 961 215	99 702 17
08	01 343 163	00 095 12	22	95 746 217	99 685 17
07	01 180 164	00 083 11	23	95 529 220	99 668 17
06	01 016 166	00 072 12	24	95 309 223	99 651 17
— 0.05	0.00 850 167	0.00 060 12	+ 0.25	9.95 086 225	9.99 634 17
04	00 683 169	00 048 11	26	94 861 228	99 617 18
03	00 514 170	00 037 12	27	94 633 230	99 599 18
02	00 344 171	00 025 13	28	94 403 234	99 581 18
— 0.01	00 173 173	00 012 12	29	94 169 236	99 563 19
0.00	0.00 000	0.00 000	+ 0.30	9.93 933	9.99 544

Konstanten für die Bahn:

$$\varepsilon = \frac{1-e}{1+e} \qquad \alpha = \frac{f}{q^{\frac{3}{2}}}\sqrt{\frac{1+e}{2}} \qquad \beta = \varepsilon E$$

Für jeden Ort:

$$M = \alpha t \qquad x = \frac{\operatorname{tg}\frac{1}{2}w}{f} \qquad n = \beta x^2$$

Mit Arg. M entnehme man w aus Taf. 50

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}v = x\,G\,H$$

$$\Theta = \varepsilon \operatorname{tg}^2\frac{v}{2}$$

$$r = \frac{q\left(1+\operatorname{tg}^2\frac{v}{2}\right)}{1+\Theta}$$

51b. Wahre Anomalie in parabelnahen Bahnen.

n	log G	n	log G	n	log G	n	log G
— 0.30	9.95 247 145	— 0.15	9.97 515 159	0.00	0.00 000 174	+ 0.15	0.02 743 193
29	95 392 146	14	97 674 159	+ 0.01	00 174 176	16	02 936 195
28	95 538 147	13	97 833 161	02	00 350 176	17	03 131 196
27	95 685 147	12	97 994 161	03	00 526 178	18	03 327 197
26	95 832 149	11	98 155 163	04	00 704 179	19	03 524 199
— 0.25	9.95 981 149	— 0.10	9.98 318 163	+ 0.05	0.00 883 180	+ 0.20	0.03 723 201
24	96 130 151	09	98 481 165	06	01 063 182	21	03 924 202
23	96 281 151	08	98 646 165	07	01 245 183	22	04 126 203
22	96 432 152	07	98 811 167	08	01 428 183	23	04 329 205
21	96 584 153	06	98 978 167	09	01 611 186	24	04 534 207
— 0.20	9.96 737 154	— 0.05	9.99 145 169	+ 0.10	0.01 797 186	+ 0.25	0.04 741 208
19	96 891 154	04	99 314 170	11	01 983 188	26	04 949 210
18	97 045 156	03	99 484 171	12	02 171 189	27	05 159 211
17	97 201 157	02	99 655 172	13	02 360 191	28	05 370 213
16	97 358 157	— 0.01	99 827 173	14	02 551 192	29	05 583 215
— 0.15	9.97 515	0.00	0.00 000	+ 0.15	0.02 743	+ 0.30	0.05 798

Konstanten für die Bahn:

$$\varepsilon = \frac{1-e}{1+e} \qquad \alpha = \frac{f}{q^{\frac{3}{2}}}\sqrt{\frac{1+e}{2}} \qquad \beta = \varepsilon E$$

Für jeden Ort:

$$M = \alpha t \qquad x = \frac{\operatorname{tg}\frac{1}{2}w}{f} \qquad n = \beta x^2$$

Mit Arg. M entnehme man w aus Taf. 50

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}v = x\,G\,H$$

$$\Theta = \varepsilon \operatorname{tg}^2\frac{v}{2}$$

$$r = \frac{q\left(1+\operatorname{tg}^2\frac{v}{2}\right)}{1+\Theta}$$

51c. Wahre Anomalie in parabelnahen Bahnen.

log H in Einheiten der 5. Dezimale.

ε \ n	Hyperbel						
	0.00	— 0.05	— 0.10	— 0.15	— 0.20	— 0.25	— 0.30
0.00	0^v	0^v	0^v	0^v	0^v	0^v	0^v
— 0.05	0	0	0	0	0	0	+ 1
— 0.10	0	0	0	0	+ 1	+ 1	+ 1
— 0.15	0	0	0	0	+ 1	+ 1	+ 2
— 0.20	0	0	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2
— 0.25	0	0	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 3
— 0.30	0	0	0	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3

ε \ n	Ellipse						
	0.00	+ 0.05	+ 0.10	+ 0.15	+ 0.20	+ 0.25	+ 0.30
0.00	0^v	0^v	0^v	0^v	0^v	0^v	0^v
+ 0.05	0	0	0	0	0	— 1	— 1
+ 0.10	0	0	0	— 1	— 1	— 2	— 2
+ 0.15	0	0	0	— 1	— 1	— 2	— 4
+ 0.20	0	0	0	— 1	— 2	— 3	— 5
+ 0.25	0	0	— 1	— 1	— 3	— 4	— 6
+ 0.30	0	0	— 1	— 2	— 3	— 5	— 8

Konstanten für die Bahn:

$$\varepsilon = \frac{1-e}{1+e} \qquad \alpha = \frac{f}{q^{\frac{3}{2}}}\sqrt{\frac{1+e}{2}} \qquad \beta = \varepsilon E$$

Für jeden Ort:

$$M = \alpha t \qquad x = \frac{\operatorname{tg}\frac{1}{2}w}{f} \qquad n = \beta x^2$$

Mit Arg. M entnehme man w aus Taf. 50

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}v = x\,G\,H$$

$$\Theta = \varepsilon \operatorname{tg}^2\frac{v}{2}$$

$$r = \frac{q\left(1+\operatorname{tg}^2\frac{v}{2}\right)}{1+\Theta}$$

52. Perihelzeit in parabelnahen Bahnen.

Θ	$\log P_1$		$\log P_3$		Θ	$\log P_1$		$\log P_3$	
— 0.30	2.17 124		1.77 233		0.00	2.06 545		1.58 833	
		431		724			288		519
29	16 693		76 509		+ 0.01	06 257		58 314	
		424		715			285		514
28	16 269		75 794		02	05 972		57 800	
		417		706			281		509
27	15 852		75 088		03	05 691		57 291	
		410		697			279		505
26	15 442		74 391		04	05 412		56 786	
		405		688			275		500
— 0.25	2.15 037		1.73 703		+ 0.05	2.05 137		1.56 286	
		398		679			273		495
24	14 639		73 024		06	04 864		55 791	
		392		671			269		491
23	14 247		72 353		07	04 595		55 300	
		387		663			267		487
22	13 860		71 690		08	04 328		54 813	
		381		655			264		483
21	13 479		71 035		09	04 064		54 330	
		376		647			261		478
— 0.20	2.13 103		1.70 388		+ 0.10	2.03 803		1.53 852	
		370		639			259		474
19	12 733		69 749		11	03 544		53 378	
		365		632			256		471
18	12 368		69 117		12	03 288		52 907	
		360		625			253		466
17	12 008		68 492		13	03 035		52 441	
		356		618			251		462
16	11 652		67 874		14	02 784		51 979	
		350		611			248		459
— 0.15	2.11 302		1.67 263		+ 0.15	2.02 536		1.51 520	
		346		604			246		455
14	10 956		66 659		16	02 290		51 065	
		341		597			244		451
13	10 615		66 062		17	02 046		50 614	
		337		591			241		448
12	10 278		65 471		18	01 805		50 166	
		333		585			239		444
11	09 945		64 886		19	01 566		49 722	
		328		579			237		441
— 0.10	2.09 617		1.64 307		+ 0.20	2.01 329		1.49 281	
		324		572			234		437
09	09 293		63 735		21	01 095		48 844	
		320		567			232		434
08	08 973		63 168		22	00 863		48 410	
		317		561			231		430
07	08 656		62 607		23	00 632		47 980	
		312		555			228		427
06	08 344		62 052		24	00 404		47 553	
		309		550			225		424
— 0.05	2.08 035		1.61 502		+ 0.25	2.00 179		1.47 129	
		305		544			224		421
04	07 730		60 958		26	1.99 955		46 708	
		301		539			222		417
03	07 429		60 419		27	99 733		46 291	
		298		534			220		415
02	07 131		59 885		28	99 513		45 876	
		295		529			218		411
— 0.01	06 836		59 356		29	99 295		45 465	
		291		523			216		408
— 0.00	2.06 545		1.58 833		+ 0.30	1.99 079		1.45 057	

v_1 zugehörig zur Zeit t_1

$$\Theta = \frac{1 - e}{1 + e} \operatorname{tg}^2 \frac{v_1}{2}$$

$$T = t_1 - \frac{q^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{1 + e}} \left(P_1 \operatorname{tg} \frac{v_1}{2} + P_3 \operatorname{tg}^3 \frac{v_1}{2} \right)$$

53. Auflösung der Keplerschen Gleichung für $e < 0.25$.

x_0	σ	x_0	σ
0° 0′	0″	9° 0′	130″
1 0	0	10	137
	1	20	144
2 0	1	30	152
20	2	40	160
40	3	50	168
	2		
3 0	5	10 0	177
20	7	10	186
40	9	20	195
	3	30	204
4 0	12	40	214
20	15	50	224
40	18		
	5	11 0	234
5 0	23	10	244
10	25	20	255
20	27	30	266
30	30	40	278
40	33	50	289
50	36		
	3	12 0	301
6 0	39	10	314
10	42	20	326
20	46	30	339
30	50	40	353
40	53	50	366
50	57		
	5	13 0	380
7 0	62	10	394
10	66	20	409
20	71	30	424
30	76	40	439
40	81	50	455
50	86		
	6	14 0	471
8 0	92	10	487
10	97	20	504
20	103	30	521
30	110	40	538
40	116	50	556
50	123		
	7	15 0	574
9 0	130		

$$\operatorname{tg} x_0 = \frac{e \sin M}{1 - e \cos M}$$

$$E = M + x_0 - \frac{\sigma}{1 - e \cos M}$$

σ hat das Vorzeichen von x_0

54. Auflösung der Keplerschen Gleichung für $e < 0.6$.

x_0	$\log C$	x_0	$\log C$
0°	4.53 627	20° 0′	4.53 318
1	53 627	20	53 306
2	53 625	40	53 294
3	53 621	21 0	53 281
4	53 617	20	53 268
	6	40	53 255
5	4.53 611	22 0	4.53 241
6	53 603	20	53 227
7	53 594	40	53 213
8	53 584	23 0	53 198
9	53 572	20	53 183
	13	40	53 168
10	4.53 559		16
11	53 543	24 0	4.53 152
12	53 526	20	53 136
13	53 508	40	53 119
14	53 487	25 0	53 102
15	53 465	20	53 085
	25	40	53 067
16 0′	4.53 440		18
20	53 431	26 0	4.53 049
40	53 422	20	53 030
17 0	53 413	40	53 011
20	53 404	27 0	52 991
40	53 394	20	52 971
	10	40	52 951
18 0	4.53 384	28 0	4.52 930
20	53 374	20	52 909
40	53 363	40	52 887
19 0	53 352	29 0	52 864
20	53 341	20	52 841
40	53 330	40	52 818
	12		24
20 0	4.53 318	30 0	4.52 794

$$\operatorname{tg} x_0 = \frac{e \sin M}{1 - e \cos M}$$

$$A = \frac{\cos x_0}{1 - e \cos M}$$

$\log C$ stets positiv

Δx und δx in Bogensekunden

$$\Delta x = -A\,C \sin^3 x_0$$

$$\delta x = \frac{\Delta x}{\cos x_0 \left(1 + 2A \sin^2 \tfrac{1}{2}\left(x_0 + \tfrac{1}{2}\Delta x\right)\right)}$$

$$E = M + x_0 + \delta x$$

55. Zur Ermittelung der Sehne in der parabolischen Bewegung (Eulersche Gleichung).

η	log μ		η	log μ		η	log μ	
0.00	0.00 000	0	0.35	0.00 230	14	0.65	0.00 885	33
01	000	1	36	244	14	66	918	33
02	001	1	37	258	15	67	951	33
03	002	1	38	273	15	68	0.00 985	34
04	003	2	39	288	16	69	0.01 021	36
0.05	0.00 005	2	0.40	0.00 304	16	0.70	0.01 057	36
06	007	2	41	320	17	71	095	38
07	009	2	42	337	17	72	133	38
08	012	3	43	354	18	73	173	40
09	015	3	44	372	18	74	214	41
0.10	0.00 018	3	0.45	0.00 390	19	0.75	0.01 257	43
11	022	4	46	409	20	76	300	43
12	026	4	47	429	20	77	345	45
13	031	5	48	449	20	78	392	47
14	036	5	49	469	21	79	440	48
0.15	0.00 041	5	0.50	0.00 490	22	0.80	0.01 490	50
16	047	6	51	512	22	81	542	52
17	053	6	52	534	23	82	596	54
18	059	6	53	557	23	83	652	56
19	066	7	54	580	24	84	710	58
0.20	0.00 073	7	0.55	0.00 604	25	0.85	0.01 771	61
21	081	8	56	629	26	86	835	64
22	089	8	57	655	26	87	902	67
23	097	8	58	681	27	88	0.01 972	70
24	106	9	59	708	27	89	0.02 046	74
0.25	0.00 115	9	0.60	0.00 735	29	0.90	0.02 125	79
26	125	10	61	764	29	91	210	85
27	135	10	62	793	30	92	302	92
28	145	10	63	823	30			
29	156	11	64	853	32			
0.30	0.00 167	11	0.65	0.00 885				
31	179	12						
32	191	12						
33	204	13						
34	217	13						
0.35	0.00 230	13						

$$\eta = \frac{2k\,(t_2 - t_1)}{(r_1 + r_2)^{\frac{3}{2}}} \qquad \log 2k = 8.53\,661$$

$$s = (r_1 + r_2)\,\eta\,\mu$$

$$\sin\gamma = \eta\,\mu \qquad y = \frac{1 + 2\sec\gamma}{3}$$

56. Verhältnis $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}} = y$ in der Parabel.

η	log y	
0.00	0.00 000	1
01	001	5
02	006	7
03	013	10
04	023	13
0.05	0.00 036	16
06	052	19
07	071	22
08	093	25
09	118	28
0.10	0.00 146	31
11	177	33
12	210	37
13	247	41
14	288	43
0.15	0.00 331	46
16	377	50
17	427	52
18	479	57
19	536	59
0.20	0.00 595	63
21	658	66
22	724	70
23	794	73
24	867	77
0.25	0.00 944	81
26	0.01 025	85
27	110	88
28	198	93
29	291	96
0.30	0.01 387	101
31	488	105
32	593	109
33	702	114
34	816	118
0.35	0.01 934	123
36	02 057	128
37	185	133
38	318	139
39	457	143
0.40	0.02 600	

$$\eta = \frac{2k\,(t_2 - t_1)}{(r_1 + r_2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\log 2k = 8.53\,661$$

57a. Verhältnis $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}} = y$ in Ellipse und Hyperbel.

h	log y^2	h	log y^2	h	log y^2	h	log y^2
0.000	0.00 000	0.035	0.03 185	0.070	0.06 044	0.105	0.08 642
001	00 096 96	036	03 271 86	071	06 122 78	106	08 713 71
002	00 192 96	037	03 357 86	072	06 199 77	107	08 784 71
003	00 288 96	038	03 442 85	073	06 276 77	108	08 855 71
004	00 383 95	039	03 527 85	074	06 353 77	109	08 925 70
	95		85		77		70
0.005	0.00 478 95	0.040	0.03 612 84	0.075	0.06 430 76	0.110	0.08 995 70
006	00 573 94	041	03 696 85	076	06 506 77	111	09 065 70
007	00 667 94	042	03 781 84	077	06 583 76	112	09 135 70
008	00 761 94	043	03 865 84	078	06 659 76	113	09 205 70
009	00 855 94	044	03 949 83	079	06 735 76	114	09 275 69
	93		83		76		69
0.010	0.00 948 93	0.045	0.04 032 83	0.080	0.06 811 75	0.115	0.09 344 69
011	01 041 93	046	04 115 83	081	06 886 75	116	09 413 69
012	01 134 93	047	04 198 83	082	06 961 76	117	09 482 69
013	01 227 92	048	04 281 83	083	07 037 75	118	09 551 69
014	01 319 92	049	04 364 82	084	07 112 74	119	09 620 68
	92		82		74		68
0.015	0.01 411 91	0.050	0.04 446 82	0.085	0.07 186 75	0.120	0.09 688 69
016	01 502 91	051	04 528 82	086	07 261 74	121	09 757 68
017	01 593 91	052	04 610 82	087	07 335 74	122	09 825 68
018	01 684 91	053	04 692 81	088	07 409 74	123	09 893 68
019	01 775 90	054	04 773 81	089	07 483 74	124	09 961 68
0.020	0.01 865 90	0.055	0.04 854 81	0.090	0.07 557 74	0.125	0.10 029 68
021	01 955 90	056	04 935 81	091	07 631 73	126	10 097 67
022	02 045 89	057	05 016 80	092	07 704 74	127	10 164 68
023	02 134 89	058	05 096 80	093	07 778 73	128	10 232 67
024	02 223 89	059	05 176 80	094	07 851 72	129	10 299 67
0.025	0.02 312 89	0.060	0.05 256 80	0.095	0.07 923 73	0.130	0.10 366 67
026	02 401 88	061	05 336 80	096	07 996 73	131	10 433 66
027	02 489 88	062	05 416 79	097	08 069 72	132	10 499 67
028	02 577 88	063	05 495 79	098	08 141 72	133	10 566 66
029	02 665 87	064	05 574 79	099	08 213 72	134	10 632 67
0.030	0.02 752 87	0.065	0.05 653 79	0.100	0.08 285 72	0.135	0.10 699 66
031	02 839 87	066	05 732 78	101	08 357 72	136	10 765 66
032	02 926 87	067	05 810 78	102	08 429 71	137	10 831 66
033	03 013 86	068	05 888 78	103	08 500 71	138	10 897 65
034	03 099 86	069	05 966 78	104	08 571 71	139	10 962 66
0.035	0.03 185	0.070	0.06 044	0.105	0.08 642	0.140	0.11 028

$$m = \frac{k^2 (t_2 - t_1)^2}{(2 \cos f \sqrt{r_1 r_2})^3} \qquad \operatorname{tg}(45^\circ + \omega) = \sqrt[4]{\frac{r_2}{r_1}}$$

$$l = \frac{\sin^2 \frac{1}{2} f + \operatorname{tg}^2 2\omega}{\cos f} \qquad \xi \text{ mit Arg. } x = \frac{m}{y^2} - 1 \text{ aus Tafel 57b}$$

$$h = \frac{m}{\frac{5}{6} + l + \xi}$$

$$\log k = 8.23\,558$$

$$\tfrac{5}{6} = 0.83\,333$$

$$\log \tfrac{5}{6} = 9.92\,082$$

57 a. Verhältnis $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}} = y$ in Ellipse und Hyperbel (Schluß).

h	log y^2	h	log y^2	h	log y^2	h	log y^2
0.140	0.11 028	0.180	0.13 538	0.215	0.15 575	0.25	0.17 485
	65		60		56		524
141	11 093	181	13 598	216	15 631	26	18 009
	65		60		56		516
142	11 158	182	13 658	217	15 687	27	18 525
	66		60		56		507
143	11 224	183	13 718	218	15 743	28	19 032
	65		60		56		499
144	11 289	184	13 778	219	15 799	29	19 531
	64		60		56		492
0.145	0.11 353	0.185	0.13 838	0.220	0.15 855	0.30	0.20 023
	65		59		56		484
146	11 418	186	13 897	221	15 911	31	20 507
	65		60		56		476
147	11 483	187	13 957	222	15 967	32	20 983
	64		59		55		470
148	11 547	188	14 016	223	16 022	33	21 453
	64		59		55		462
149	11 611	189	14 075	224	16 077	34	21 915
	64		59		56		456
0.150	0.11 675	0.190	0.14 134	0.225	0.16 133	0.35	0.22 371
	64		59		55		449
151	11 739	191	14 193	226	16 188	36	22 820
	64		59		55		443
152	11 803	192	14 252	227	16 243	37	23 263
	64		59		55		438
153	11 867	193	14 311	228	16 298	38	23 701
	64		58		55		431
154	11 931	194	14 369	229	16 353	39	24 132
	63		59		55		425
0.155	0.11 994	0.195	0.14 428	0.230	0.16 408	0.40	0.24 557
	63		58		55		420
156	12 057	196	14 486	231	16 463	41	24 977
	64		58		54		415
157	12 121	197	14 544	232	16 517	42	25 392
	63		59		55		409
158	12 184	198	14 603	233	16 572	43	25 801
	62		58		54		404
159	12 246	199	14 661	234	16 626	44	26 205
	63		58		55		399
0.160	0.12 309	0.200	0.14 719	0.235	0.16 681	0.45	0.26 604
	63		58		54		394
161	12 372	201	14 777	236	16 735	46	26 998
	62		57		54		390
162	12 434	202	14 834	237	16 789	47	27 388
	63		58		54		385
163	12 497	203	14 892	238	16 843	48	27 773
	62		57		54		380
164	12 559	204	14 949	339	16 897	49	28 153
	62		58		54		376
0.165	0.12 621	0.205	0.15 007	0.240	0.16 951	0.50	0.28 529
	62		57		54		372
166	12 683	206	15 064	241	17 005	51	28 901
	62		57		53		368
167	12 745	207	15 121	242	17 058	52	29 269
	62		57		54		363
168	12 807	208	15 178	243	17 112	53	29 632
	61		57		53		360
169	12 868	209	15 235	244	17 165	54	29 992
	62		57		54		355
0.170	0.12 930	0.210	0.15 292	0.245	0.17 219	0.55	0.30 347
	61		57		53		352
171	12 991	211	15 349	246	17 272	56	30 699
	62		57		53		349
172	13 053	212	15 406	247	17 325	57	31 048
	61		56		54		344
173	13 114	213	15 462	248	17 379	58	31 392
	61		57		53		341
174	13 175	214	15 519	249	17 432	59	31 733
	61		56		53		338
0.175	0.13 236	0.215	0.15 575	0.250	0.17 485	0.60	0.32 071
	60						
176	13 296						
	61						
177	13 357						
	60						
178	13 417						
	61						
179	13 478						
	60						
0.180	0.13 538						

$$m = \frac{k^2 (t_2 - t_1)^2}{(2 \cos f \sqrt{r_1 r_2})^3} \qquad \operatorname{tg}(45^\circ + \omega) = \sqrt[4]{\frac{r_2}{r_1}}$$

$$l = \frac{\sin^2 \frac{1}{2} f + \operatorname{tg}^2 2\omega}{\cos f}$$

ξ mit Arg. $x = \frac{m}{y^2} - l$ aus Tafel 57 b

$$h = \frac{m}{\frac{5}{6} + l + \xi}$$

$\log k = 8.23\,558$

$\frac{5}{6} = 0.83\,333$

$\log \frac{5}{6} = 9.92\,082$

57 b. Zur Ermittelung von $\frac{\text{Sektor}}{\text{Dreieck}} = y$ in Ellipse und Hyperbel.

x	ξ Ellipse	ξ Hyperbel	x	ξ Ellipse	ξ Hyperbel
0.00	0.00 000	0.00 000	0.15	0.00 141	0.00 118
01	001 1	001 1	16	161 20	134 16
02	002 1	002 1	17	183 22	150 16
03	005 3	005 3	18	207 24	168 18
04	009 4	009 4	19	232 25	186 18
	6	5		27	19
0.05	0.00 015 6	0.00 014 6	0.20	0.00 259 28	0.00 205 20
06	021 8	020 7	21	287 30	225 21
07	029 9	027 8	22	317 32	246 21
08	038 11	035 9	23	349 34	267 22
09	049 12	044 10	24	383 35	289 23
0.10	0.00 061 13	0.00 054 11	0.25	0.00 418 38	0.00 312 24
11	074 14	065 12	26	456 39	336 25
12	088 16	077 13	27	495 41	361 25
13	104 18	090 14	28	536 43	386 26
14	122 19	104 14	29	579 45	412 27
0.15	0.00 141	0.00 118	0.30	0.00 624	0.00 439

$$m = \frac{k^2 (t_2 - t_1)^2}{(2 \cos f \sqrt{r_1 r_2})^3} \qquad \operatorname{tg}(45° + \omega) = \sqrt[4]{\frac{r_2}{r_1}}$$

$$l = \frac{\sin^2 \tfrac{1}{2} f + \operatorname{tg}^2 2\omega}{\cos f}$$

$$h = \frac{m}{\frac{5}{6} + l + \xi}$$

ξ mit Arg. $x = \frac{m}{y^2} - 1$ aus Tafel 57 b

$\log k = 8.23\,558$

$\frac{5}{6} = 0.83\,333$

$\log \frac{5}{6} = 9.92\,082$

58. Enckes f-Tafel.

q	log f		q	log f	
— 0.030	0.51 080	116	0.000	0.47 712	108
029	50 964	116	+ 0.001	47 604	109
028	50 848	115	002	47 495	108
027	50 733	115	003	47 387	107
026	50 618	115	004	47 280	108
— 0.025	0.50 503	115	+ 0.005	0.47 172	107
024	50 388	114	006	47 065	107
023	50 274	115	007	46 958	107
022	50 159	113	008	46 851	107
021	50 046	114	009	46 744	106
— 0.020	0.49 932	113	+ 0.010	0.46 638	106
019	49 819	113	011	46 532	106
018	49 706	113	012	46 426	106
017	49 593	113	013	46 320	105
016	49 480	112	014	46 215	106
— 0.015	0.49 368	112	+ 0.015	0.46 109	105
014	49 256	112	016	46 004	104
013	49 144	112	017	45 900	105
012	49 032	111	018	45 795	104
011	48 921	111	019	45 691	105
— 0.010	0.48 810	111	+ 0.020	0.45 586	104
009	48 699	111	021	45 482	103
008	48 588	110	022	45 379	104
007	48 478	110	023	45 275	103
006	48 368	110	024	45 172	103
— 0.005	0.48 258	110	+ 0.025	0.45 069	103
004	48 148	109	026	44 966	103
003	48 039	109	027	44 863	102
002	47 930	109	028	44 761	102
— 0.001	47 821	109	029	44 659	102
0.000	0.47 712		+ 0.030	0.44 557	

$$q = \frac{x_0 + \frac{1}{2}\xi}{r_0^2}\xi + \frac{y_0 + \frac{1}{2}\eta}{r_0^2}\eta + \frac{z_0 + \frac{1}{2}\zeta}{r_0^2}\zeta$$

$$1 - \frac{r_0^3}{r^3} = fq$$

59. Zur Berechnung der Differentialquotienten in der Parabel.

v	H		log h_I		J		log j		v	H		log h_I		J		log j	
0°	— 0°	0′	0.0000		— 0°	0′	0.0000		40°	— 2°	20′	9.9273		— 12°	44′	0.0751	
		0		1		30		1			10		33		2		26
1	0	0	9.9999		0	30	0001		41	2	30	9240		12	46	0777	
		0		1		30		2			11		33		1		26
2	0	0	9998		1	0	0003		42	2	41	9207		12	47	0803	
		0		3		30		3			11		34		1		26
3	0	0	9995		1	30	0006		43	2	52	9173		12	48	0829	
		0		3		29		4			11		34		1		26
4	0	0	9992		1	59	0010		44	3	3	9139		12	47	0855	
				4				6			12		34		1		26
5	— 0	0	9.9988		— 2	29	0.0016		45	— 3	15	9.9105		— 12°	46	0.0881	
		0		6				8			13		35		2		25
6	0	0	9982		2	58	0024		46	3	28	9070		12	44	0906	
		1		6		29		8			12		35		3		24
7	0	1	9976		3	27	0032		47	3	40	9035		12	41	0930	
		0		8		28		10			14		35		4		25
8	0	1	9968		3	55	0042		48	3	54	9000		12	37	0955	
		1		8		28		10			13		36		4		24
9	0	2	9960		4	23	0052		49	4	7	8964		12	33	0979	
				9				12			14		35		6		24
		0				28											
10	— 0	2	9.9951		— 4	51	0.0064		50	— 4	21	9.8929		— 12	27	0.1003	
		1		11				14			15		36		6		23
11	0	3	9940		5	18	0078		51	4	36	8893		12	21	1026	
		1		11		27		14			14		36		7		23
12	0	4	9929		5	45	0092		52	4	50	8857		12	14	1049	
		1		12		26		15			15		36		7		22
13	0	5	9917		6	11	0107		53	5	5	8821		12	7	1071	
		1		13		25		16			16		35		9		22
14	0	6	9904		6	36	0123		54	5	21	8786		11	58	1093	
				14				18			15		36		9		22
		2				25											
15	— 0	8	9.9890		— 7	1	0.0141		55	— 5	36	9.8750		— 11	49	0.1115	
		1		15		24		18			16		36		9		21
16	0	9	9875		7	25	0159		56	5	52	8714		11	40	1136	
		2		16		23		19			17		36		11		21
17	0	11	9859		7	48	0178		57	6	9	8678		11	29	1157	
		2		17		22		20			16		35		11		20
18	0	13	9842		8	10	0198		58	6	25	8643		11	18	1177	
		3		18		22		21			17		36		12		19
19	0	16	9824		8	32	0219		59	6	42	8607		11	6	1196	
				18				21			17		35		12		19
		2				21											
20	— 0	18	9.9806		— 8	53	0.0240		60	— 6	59	9.8572		— 10	54	0.1215	
		3		20		20		22			17		35		14		19
21	0	21	9786		9	13	0262		61	7	16	8537		10	40	1234	
		3		20		19		23			17		35		13		18
22	0	24	9766		9	32	0285		62	7	33	8502		10	27	1252	
		4		21		19		23			18		34		15		17
23	0	28	9745		9	51	0308		63	7	51	8468		10	12	1269	
		3		22		17		24			17		35		15		17
24	0	31	9723		10	8	0332		64	8	8	8433		9	57	1286	
				23				25			18		34		16		16
		4				17											
25	— 0	35	9.9700		— 10	25	0.0357		65	— 8	26	9.8399		— 9	41	0.1302	
		5		24		15		25			17		33		16		16
26	0	40	9676		10	40	0382		66	8	43	8366		9	25	1318	
		4		24		15		25			18		34		17		15
27	0	44	9652		10	55	0407		67	9	1	8332		9	8	1333	
		5		25		14		25			17		33		18		14
28	0	49	9627		11	9	0432		68	9	18	8299		8	50	1347	
		6		26		13		26			17		33		18		14
29	0	55	9601		11	22	0458		69	9	35	8266		8	32	1361	
				27				27			17		32		19		13
		5				12											
30	— 1	0	9.9574		— 11	34	0.0485		70	— 9	52	9.8234		— 8	13	0.1374	
		7		27		11		26			17		32		19		13
31	1	7	9547		11	45	0511		71	10	9	8202		7	54	1387	
		6		28		10		26			17		31		20		12
32	1	13	9519		11	55	0537		72	10	26	8171		7	34	1399	
		7		29		9		27			17		31		21		11
33	1	20	9490		12	4	0564		73	10	43	8140		7	13	1410	
		7		29		9		27			16		31		21		11
34	1	27	9461		12	13	0591		74	10	59	8109		6	52	1421	
				30				27			16		31		22		10
		8				7											
35	— 1	35	9.9431		— 12	20	0.0618		75	— 11	15	9.8078		— 6	30	0.1431	
		8		31		7		26			15		30		22		10
36	1	43	9400		12	27	0644		76	11	30	8048		6	8	1441	
		9		31		5		27			15		30		23		9
37	1	52	9369		12	32	0671		77	11	45	8018		5	45	1450	
		9		31		5		27			15		29		23		8
38	2	1	9338		12	37	0698		78	12	0	7989		5	22	1458	
		9		32		4		26			14		29		24		7
39	2	10	9306		12	41	0724		79	12	14	7960		4	58	1465	
				33		3		27			13		29		24		7
		10															
40	— 2	20	9.9273		— 12	44	0.0751		80	— 12	27	9.7931		— 4	34	0.1472	

h_I und j durchweg positiv. Die Vorzeichen der Winkel H und J gelten für positive v; für negative v kehren sie das Vorzeichen um.

59. Zur Berechnung der Differentialquotienten in der Parabel (Fortsetzung).

v	H	log h_I	J	log j	v	H	log h_I	J	log j
800	— 120 27′ 13	9.7931 28	— 4° 34′ 25	0.1472 6	1200	— 80 0′ 33	9.6694 44	+ 19° 6′ 48	0.1215 19
81	12 40 12	7903 28	4 9 26	1478 6	121	7 27 34	6650 44	19 54 48	1196 19
82	12 52 12	7875 28	3 43 26	1484 5	122	6 53 35	6606 46	20 42 49	1177 20
83	13 4 10	7847 28	3 17 26	1489 4	123	6 18 37	6560 47	21 31 49	1157 21
84	13 14 10	7819 27	2 51 28	1493 4	124	5 41 38	6513 47	22 20 51	1136 21
85	— 13 24 10	9.7792 27	— 2 23 27	0.1497 3	125	— 5 3 40	9.6466 49	+ 23 11 51	0.1115 22
86	13 34 8	7765 27	1 56 28	1500 2	126	4 23 42	6417 50	24 2 51	1093 22
87	13 42 8	7738 27	1 28 29	1502 2	127	3 41 42	6367 51	24 53 53	1071 22
88	13 50 6	7711 27	0 59 29	1504 1	128	2 59 45	6316 53	25 46 53	1049 23
89	13 56 6	7684 27	— 0 30 30	1505 0	129	2 14 46	6263 54	26 39 54	1026 23
90	— 14 2 5	9.7657 26	0 0 30	0.1505 0	130	— 1 28 48	9.6209 54	+ 27 33 54	0.1003 24
91	14 7 4	7631 27	+ 0 30 31	1505 1	131	— 0 40 50	6155 56	28 27 56	0979 24
92	14 11 3	7604 27	1 1 31	1504 2	132	+ 0 10 51	6099 58	29 23 56	0955 25
93	14 14 1	7577 27	1 32 31	1502 2	133	1 1 53	6041 59	30 19 57	0930 24
94	14 15 1	7550 27	2 4 32	1500 3	134	1 54 54	5982 59	31 16 58	0906 25
95	— 14 16 0	9.7523 27	+ 2 37 32	0.1497 4	135	+ 2 48 57	9.5923 61	+ 32 14 59	0.0881 26
96	14 16 2	7496 27	3 9 34	1493 4	136	3 45 58	5862 63	33 13 59	0855 26
97	14 14 2	7469 28	3 43 34	1489 5	137	4 43 60	5799 64	34 12 61	0829 26
98	14 12 4	7441 28	4 17 34	1484 6	138	5 43 62	5735 65	35 13 61	0803 26
99	14 8 5	7413 28	4 51 35	1478 6	139	6 45 64	5670 66	36 14 62	0777 26
100	— 14 3 6	9.7385 29	+ 5 26 36	0.1472 7	140	+ 7 49 67	9.5604 68	+ 37 16 63	0.0751 27
101	13 57 7	7356 29	6 2 36	1465 7	141	8 56 68	5536 68	38 19 64	0724 26
102	13 50 9	7327 30	6 38 37	1458 8	142	10 4 70	5468 70	39 23 65	0698 27
103	13 41 9	7297 30	7 15 37	1450 9	143	11 14 73	5398 72	40 28 65	0671 27
104	13 32 11	7267 30	7 52 38	1441 10	144	12 27 75	5326 72	41 33 67	0644 26
105	— 13 21 12	9.7237 31	+ 8 30 38	0.1431 10	145	+ 13 42 77	9.5254 74	+ 42 40 67	0.0618 27
106	13 9 14	7206 32	9 8 39	1421 11	146	14 59 79	5180 75	43 47 69	0591 27
107	12 55 15	7174 32	9 47 39	1410 11	147	16 18 82	5105 76	44 56 69	0564 27
108	12 40 16	7142 33	10 26 40	1399 12	148	17 40 85	5029 76	46 5 70	0537 26
109	12 24 17	7109 33	11 6 41	1387 13	149	19 5 87	4953 78	47 15 71	0511 26
110	— 12 7 18	9.7076 35	+ 11 47 41	0.1374 13	150	+ 20 32 90	9.4875 79	+ 48 26 72	0.0485 27
111	11 49 20	7041 35	12 28 42	1361 14	151	22 2 93	4796 80	49 38 73	0458 26
112	11 29 22	7006 36	13 10 42	1347 14	152	23 35 96	4716 80	50 51 74	0432 25
113	11 7 22	6970 37	13 52 43	1333 15	153	25 11 99	4636 81	52 5 75	0407 25
114	10 45 24	6933 37	14 35 44	1318 16	154	26 50 102	4555 81	53 20 75	0382 25
115	— 10 21 26	9.6896 39	+ 15 19 44	0.1302 16	155	+ 28 32 105	9.4474 82	+ 54 35 77	0.0357 25
116	9 55 27	6857 39	16 3 45	1286 17	156	30 17 109	4392 82	55 52 77	0332 25
117	9 28 28	6818 39	16 48 45	1269 17	157	32 6 111	4310 83	57 9 79	0308 24
118	9 0 29	6777 41	17 33 47	1252 18	158	33 57 116	4227 82	58 28 79	0285 23
119	8 31 31	6736 41	18 20 46	1234 19	159	35 53 119	4145 81	59 47 80	0262 23
120	— 8 0	9.6694 42	+ 19 6	0.1215	160	+ 37 52	9.4064	+ 61 7	0.0240 22

h_I und durchweg positiv. Die Vorzeichen der Winkel H und J gelten für positive v; für negative v kehren sie das Vorzeichen um.

59. Zur Berechnung der Differentialquotienten in der Parabel (Schluß).

v	H		log h_I		J		log j		v	H		log h_I		J		log j	
160°	+ 37°	52′	9.4064	81	+ 61°	7′	0.0240	21	170°	+ 61°	13′	9.3331	161	+ 75°	9′	0.0065	88
161	39	55	3983	80	62	28	0219	21	171	63	54	3274	57	76	37	0053	12
162	42	1	3903	79	63	50	0198	21	172	66	39	3221	53	78	5	0042	11
163	44	11	3824	78	65	12	0178	20	173	69	26	3174	47	79	33	0032	10
164	46	26	3746		66	35	0159	19	174	72	17	3132	42	81	2	0024	8
		138		76				18			173		37				8
165	+ 48	44	9.3670		+ 67	59	0.0141		175	+ 75	10	9.3095		+ 82	31	0.0016	
166	51	6	3596	74	69	24	0124	17	176	78	5	3065	30	84	1	0010	6
167	53	32	3525	71	70	49	0107	17	177	81	2	3041	24	85	30	0006	4
168	56	2	3457	68	72	15	0092	15	178	84	1	3024	17	87	0	0003	3
169	58	36	3392	65	73	42	0078	14	179	87	0	3014	10	88	30	0001	2
		157		61		87		13			180		4		90		1
170	+ 61	13	9.3331		+ 75	9	0.0065		180	+ 90	0	9.3010		+ 90	0	0.0000	

h_I und j durchweg positiv. Die Vorzeichen der Winkel H und J gelten für positive v; für negative v kehren sie das Vorzeichen um.

$$d\alpha \cos\delta = -\frac{\sin b}{\varrho}\cos(B+\omega+\tfrac{1}{2}v)\frac{k''\sqrt{2}}{\sqrt{r}}dT + \frac{\sin b}{\varrho}\frac{1}{\cos\frac{1}{2}v}j\sin(B+\omega+J)\,dq + \frac{\sin b}{\varrho}\frac{r\,tg\frac{1}{2}v}{\cos\frac{1}{2}v}h_I\cos(B+\omega+H)\tfrac{1}{2}de + \frac{r}{\varrho}\sin b\cos(B+\omega+v)\,ds + \frac{r}{\varrho}\cos b\sin v\,dp - \frac{r}{\varrho}\cos b\cos v\,dq$$

$$d\delta = -\frac{\sin c}{\varrho}\cos(C+\omega+\tfrac{1}{2}v)\frac{k''\sqrt{2}}{\sqrt{r}}dT + \frac{\sin c}{\varrho}\frac{1}{\cos\frac{1}{2}v}j\sin(C+\omega+J)\,dq + \frac{\sin c}{\varrho}\frac{r\,tg\frac{1}{2}v}{\cos\frac{1}{2}v}h_I\cos(C+\omega+H)\tfrac{1}{2}de + \frac{r}{\varrho}\sin c\cos(C+\omega+v)\,ds + \frac{r}{\varrho}\cos c\sin v\,dp - \frac{r}{\varrho}\cos c\cos v\,dq$$

$$\log k''\sqrt{2} = 3.7005$$

60. Bahnverbesserung für große Exzentrizitäten.

Θ	$\log E_2^v$		$\log E_4^v$		E_0^r		$\log E_4^r$	
— 0.40	9.8187*n*	60	9.9311*n*	8	+ 1.5609	121	9.3885	26
39	8247*n*	59	9303*n*	8	5730	121	3859	26
38	8306*n*	57	9295*n*	8	5851	120	3833	25
37	8363*n*	57	9287*n*	8	5971	119	3808	25
36	8420*n*	56	9279*n*	7	6090	119	3783	25
— 0.35	9.8476*n*	55	9.9272*n*	8	+ 1.6209	118	9.3758	25
34	8531*n*	54	9264*n*	8	6327	117	3733	24
33	8585*n*	53	9256*n*	7	6444	117	3709	24
32	8638*n*	52	9249*n*	8	6561	116	3685	24
31	8690*n*	52	9241*n*	7	6677	115	3661	24
— 0.30	9.8742*n*	51	9.9234*n*	8	+ 1.6792	115	9.3637	24
29	8793*n*	50	9226*n*	7	6907	114	3613	23
28	8843*n*	49	9219*n*	7	7021	113	3590	23
27	8892*n*	48	9212*n*	7	7134	113	3567	23
26	8940*n*	48	9205*n*	8	7247	112	3544	23
— 0.25	9.8988*n*	47	9.9197*n*	7	+ 1.7359	112	9.3521	22
24	9035*n*	47	9190*n*	7	7471	111	3499	22
23	9082*n*	46	9183*n*	7	7582	111	3477	22
22	9128*n*	45	9176*n*	7	7693	110	3455	22
21	9173*n*	44	9169*n*	7	7803	109	3433	22
— 0.20	9.9217*n*	44	9.9162*n*	7	+ 1.7912	109	9.3411	22
19	9261*n*	44	9155*n*	7	8021	109	3389	21
18	9305*n*	43	9148*n*	7	8130	108	3368	21
17	9348*n*	42	9141*n*	6	8238	107	3347	21
16	9390*n*	41	9135*n*	7	8345	107	3326	21
— 0.15	9.9431*n*	42	9.9128*n*	7	+ 1.8452	106	9.3305	21
14	9473*n*	40	9121*n*	7	8558	106	3284	20
13	9513*n*	40	9114*n*	6	8664	106	3264	21
12	9553*n*	40	9108*n*	7	8770	105	3243	20
11	9593*n*	39	9101*n*	6	8875	104	3223	20
— 0.10	9.9632*n*	39	9.9095*n*	7	+ 1.8979	104	9.3203	20
09	9671*n*	38	9088*n*	6	9083	104	3183	20
08	9709*n*	38	9082*n*	7	9187	103	3163	19
07	9747*n*	37	9075*n*	6	9290	103	3144	20
06	9784*n*	37	9069*n*	7	9393	102	3124	19
— 0.05	9.9821*n*	37	9.9062*n*	6	+ 1.9495	102	9.3105	19
04	9858*n*	36	9056*n*	6	9597	101	3086	19
03	9894*n*	36	9050*n*	7	9698	101	3067	19
02	9930*n*	35	9043*n*	6	9799	101	3048	19
— 0.01	9.9965*n*	35	9.9037*n*	6	+ 1.9900	100	9.3029	19
0.00	0.0000*n*		9.9031*n*		2.0000		9.3010	

60. Bahnverbesserung für große Exzentrizitäten (Schluß).

ϑ	$\log E_2^V$	$\log E_4^V$	E_0^r	$\log E_4^r$
0.00	0.0000*n* 35	9.9031*n* 6	+ 2.0000 100	9.3010 18
+ 0.01	0035*n* 34	9025*n* 6	0100 99	2992 19
02	0069*n* 34	9019*n* 7	0199 99	2973 18
03	0103*n* 34	9012*n* 6	0298 99	2955 18
04	0136*n* 33	9006*n*	0397 98	2937 18
+ 0.05	0.0169*n* 33	9.9000*n* 6	+ 2.0495 98	9.2919 18
06	0202*n* 32	8994*n* 6	0593 98	2901 18
07	0234*n* 32	8988*n* 6	0691 97	2883 18
08	0266*n* 32	8982*n* 6	0788 96	2865 17
09	0298*n* 32	8976*n* 6	0884 97	2848 18
+ 0.10	0.0330*n* 31	9.8970*n* 6	+ 2.0981 96	9.2830 17
11	0361*n* 31	8964*n* 5	1077 96	2813 17
12	0392*n* 30	8959*n* 6	1173 95	2796 18
13	0422*n* 31	8953*n* 6	1268 95	2778 17
14	0453*n* 30	8947*n* 6	1363 95	2761 17
+ 0.15	0.0483*n* 29	9.8941*n* 5	+ 2.1458 94	9.2744 16
16	0512*n* 30	8936*n* 6	1552 94	2728 17
17	0542*n* 29	8930*n* 6	1646 94	2711 17
18	0571*n* 29	8924*n* 6	1740 94	2694 16
19	0600*n* 29	8918*n* 5	1833 93	2678 17
+ 0.20	0.0629*n* 28	9.8913*n* 6	+ 2.1926 93	9.2661 16
21	0657*n* 28	8907*n* 5	2019 92	2645 17
22	0685*n* 28	8902*n* 6	2111 92	2628 16
23	0713*n* 27	8896*n* 6	2203 92	2612 16
24	0740*n* 28	8890*n* 5	2295 92	2596 16
+ 0.25	0.0768*n* 27	9.8885*n* 6	+ 2.2387 91	9.2580 16
26	0795*n* 27	8879*n* 5	2478 91	2564 16
27	0822*n* 27	8874*n* 5	2569 91	2548 15
28	0849*n* 26	8869*n* 6	2660 90	2533 16
29	0875*n* 26	8863*n* 5	2750 90	2517 15
+ 0.30	0.0901*n* 26	9.8858*n* 6	+ 2.2840 90	9.2502 16
31	0927*n* 26	8852*n* 5	2930 89	2486 15
32	0953*n* 26	8847*n* 5	3019 89	2471 16
33	0979*n* 25	8842*n* 6	3108 89	2455 15
34	1004*n* 25	8836*n* 5	3197 89	2440 15
+ 0.35	0.1029*n* 25	9.8831*n* 5	+ 2.3286 88	9.2425 15
36	1054*n* 25	8826*n* 5	3374 88	2410 15
37	1079*n* 25	8821*n* 6	3462 88	2395 15
38	1104*n* 24	8815*n* 5	3550 88	2380 15
39	1128*n* 24	8810*n* 5	3638 87	2365 15
+ 0.40	0.1152*n*	9.8805*n*	+ 2.3725	9.2350

61a. Interpolation nach der Besselschen Formel.

n	(II)	(III)	(IV)	(V)	n
0.00	— 0.00 000	+ 0.0000	+ 0.0000	— 0.0000	1.00
01	00 495 495	0008 8	0008 8	0001 1	0.99
02	00 980 485	0016 8	0016 8	0002 1	98
03	01 455 475	0023 7	0025 9	0002 0	97
04	— 0.01 920 465	+ 0.0029 6	+ 0.0033 8	— 0.0003 1	96
0.05	— 0.02 375 455	+ 0.0036 7	+ 0.0041 8	— 0.0004 1	0.95
06	02 820 445	0041 5	0048 7	0004 0	94
07	03 255 435	0047 6	0056 8	0005 1	93
08	03 680 425	0052 5	0064 8	0005 0	92
09	— 0.04 095 415	+ 0.0056 4	+ 0.0071 7	— 0.0006 1	91
0.10	— 0.04 500 405	+ 0.0060 4	+ 0.0078 7	— 0.0006 0	0.90
11	04 895 395	0064 4	0086 8	0007 1	89
12	05 280 385	0067 3	0093 7	0007 0	88
13	05 655 375	0070 3	0100 7	0007 0	87
14	— 0.06 020 365	+ 0.0072 2	+ 0.0106 6	— 0.0008 1	86
0.15	— 0.06 375 355	+ 0.0074 2	+ 0.0113 7	— 0.0008 0	0.85
16	06 720 345	0076 2	0120 7	0008 0	84
17	07 055 335	0078 2	0126 6	0008 0	83
18	07 380 325	0079 1	0132 6	0008 0	82
19	— 0.07 695 315	+ 0.0080 1	+ 0.0138 6	— 0.0009 1	81
0.20	— 0.08 000 305	+ 0.0080 0	+ 0.0144 6	— 0.0009 0	0.80
21	08 295 295	0080 0	0150 6	0009 0	79
22	08 580 285	0080 0	0155 5	0009 0	78
23	08 855 275	0080 0	0161 6	0009 0	77
24	— 0.09 120 265	+ 0.0079 1	+ 0.0166 5	— 0.0009 0	76
0.25	— 0.09 375 255	+ 0.0078 1	+ 0.0171 5	— 0.0009 1	0.75
26	09 620 245	0077 1	0176 5	0008 1	74
27	09 855 235	0076 1	0180 4	0008 0	73
28	10 080 225	0074 2	0185 5	0008 0	72
29	— 0.10 295 215	+ 0.0072 2	+ 0.0189 4	— 0.0008 0	71
0.30	— 0.10 500 205	+ 0.0070 2	+ 0.0193 4	— 0.0008 0	0.70
31	10 695 195	0068 2	0197 4	0007 1	69
32	10 880 185	0065 3	0201 4	0007 0	68
33	11 055 175	0063 2	0205 4	0007 0	67
34	— 0.11 220 165	+ 0.0060 3	+ 0.0208 3	— 0.0007 0	66
0.35	— 0.11 375 155	+ 0.0057 3	+ 0.0211 3	— 0.0006 1	0.65
36	11 520 145	0054 3	0214 3	0006 0	64
37	11 655 135	0050 4	0217 3	0006 0	63
38	11 780 125	0047 3	0219 2	0005 1	62
39	— 0.11 895 115	+ 0.0044 3	+ 0.0222 3	— 0.0005 0	61
0.40	— 0.12 000 105	+ 0.0040 4	+ 0.0224 2	— 0.0004 1	0.60
41	12 095 95	0036 4	0226 2	0004 0	59
42	12 180 85	0032 4	0228 2	0004 0	58
43	12 255 75	0029 3	0229 1	0003 1	57
44	— 0.12 320 65	+ 0.0025 4	+ 0.0231 2	— 0.0003 0	56
0.45	— 0.12 375 55	+ 0.0021 4	+ 0.0232 1	— 0.0002 1	0.55
46	12 420 45	0017 4	0233 0	0002 0	54
47	12 455 35	0012 5	0233 1	0001 1	53
48	12 480 25	0008 4	0234 0	0001 0	52
49	— 0.12 495 15	+ 0.0004 4	+ 0.0234 0	— 0.0000 1	51
0.50	— 0.12 500 5	+ 0.0000 4	+ 0.0234	— 0.0000	0.50

61b. Interpolation nach der Newtonschen Formel.

n	(II)	(III)	(IV)	(V)
0.00	— 0.00 000	+ 0.0000	— 0.0000	+ 0.0000
	495	33	24	20
01	00 495	0033	0024	0020
	485	32	24	18
02	00 980	0065	0048	0038
	475	30	23	18
03	01 455	0095	0071	0056
	465	30	22	17
04	01 920	0125	0093	0073
	455	29	21	17
0.05	— 0.02 375	+ 0.0154	— 0.0114	+ 0.0090
	445	28	20	16
06	02 820	0182	0134	0106
	435	27	19	15
07	03 255	0209	0153	0121
	425	26	19	14
08	03 680	0235	0172	0135
	415	26	18	13
09	04 095	0261	0190	0148
	405	24	17	13
0.10	— 0.04 500	+ 0.0285	— 0.0207	+ 0.0161
	395	23	16	12
11	04 895	0308	0223	0173
	385	23	15	12
12	05 280	0331	0238	0185
	375	21	15	11
13	05 655	0352	0253	0196
	365	21	14	10
14	06 020	0373	0267	0206
	355	20	13	10
0.15	— 0.06 375	+ 0.0393	— 0.0280	+ 0.0216
	345	19	13	9
16	06 720	0412	0293	0225
	335	18	11	8
17	07 055	0430	0304	0233
	325	18	12	8
18	07 380	0448	0316	0241
	315	16	10	7
19	07 695	0464	0326	0248
	305	16	10	7
0.20	— 0.08 000	+ 0.0480	— 0.0336	+ 0.0255
	295	15	9	7
21	08 295	0495	0345	0262
	285	14	9	6
22	08 580	0509	0354	0268
	275	13	8	5
23	08 855	0522	0362	0273
	265	13	7	5
24	09 120	0535	0369	0278
	255	12	7	4
0.25	— 0.09 375	+ 0.0547	— 0.0376	+ 0.0282
	245	11	6	4
26	09 620	0558	0382	0286
	235	10	6	3
27	09 855	0568	0388	0289
	225	10	5	3
28	10 080	0578	0393	0292
	215	9	5	3
29	10 295	0587	0398	0295
	205	8	4	2
0.30	— 0.10 500	+ 0.0595	— 0.0402	+ 0.0297
	195	7	3	2
31	10 695	0602	0405	0299
	185	7	3	1
32	10 880	0609	0408	0300
	175	6	3	1
33	11 055	0615	0411	0301
	165	6	2	1
34	11 220	0621	0413	0302
	155	5	2	1
0.35	— 0.11 375	+ 0.0626	— 0.0415	+ 0.0303
	145	4	1	0
36	11 520	0630	0416	0303
	135	3	0	1
37	11 655	0633	0416	0302
	125	3	1	0
38	11 780	0636	0417	0302
	115	2	1	1
39	11 895	0638	0416	0301
	105	2	0	1
0.40	— 0.12 000	+ 0.0640	— 0.0416	+ 0.0300
	95	1	1	2
41	12 095	0641	0415	0298
	85	0	1	2
42	12 180	0641	0414	0296
	75	0	2	2
43	12 255	0641	0412	0294
	65	0	2	2
44	12 320	0641	0410	0292
	55	2	2	3
0.45	— 0.12 375	+ 0.0639	— 0.0408	+ 0.0289
	45	1	3	2
46	12 420	0638	0405	0287
	35	3	3	3
47	12 455	0635	0402	0284
	25	3	4	4
48	12 480	0632	0398	0280
	15	3	3	3
49	12 495	0629	0395	0277
	5	4	4	4
0.50	— 0.12 500	+ 0.0625	— 0.0391	+ 0.0273

61b. Interpolation nach der Newtonschen Formel (Schluß).

n	(II)	(III)	(IV)	(V)
0.50	— 0.12 500	+ 0.0625	— 0.0391	+ 0.0273
	5	4	5	3
51	12 495	0621	0386	0270
	15	5	4	4
52	12 480	0616	0382	0266
	25	6	5	4
53	12 455	0610	0377	0262
	35	6	5	5
54	12 420	0604	0372	0257
	45	6	6	4
0.55	— 0.12 375	+ 0.0598	— 0.0366	+ 0.0253
	55	7	5	5
56	12 320	0591	0361	0248
	65	7	6	5
57	12 255	0584	0355	0243
	75	8	6	4
58	12 180	0576	0349	0239
	85	8	7	5
59	12 095	0568	0342	0234
	95	8	6	6
0.60	— 0.12 000	+ 0.0560	— 0.0336	+ 0.0228
	105	9	7	5
61	11 895	0551	0329	0223
	115	9	7	5
62	11 780	0542	0322	0218
	125	10	7	6
63	11 655	0532	0315	0212
	135	10	7	5
64	11 520	0522	0308	0207
	145	10	7	5
0.65	— 0.11 375	+ 0.0512	— 0.0301	+ 0.0202
	155	11	8	6
66	11 220	0501	0293	0196
	165	11	8	6
67	11 055	0490	0285	0190
	175	11	7	6
68	10 880	0479	0278	0184
	185	12	8	6
69	10 695	0467	0270	0178
	195	12	8	5
0.70	— 0.10 500	+ 0.0455	— 0.0262	+ 0.0173
	205	12	9	6
71	10 295	0443	0253	0167
	215	13	8	6
72	10 080	0430	0245	0161
	225	13	8	6
73	09 855	0417	0237	0155
	235	13	9	6
74	09 620	0404	0228	0149
	245	13	8	6
0.75	— 0.09 375	+ 0.0391	— 0.0220	+ 0.0143
	255	14	9	6
76	09 120	0377	0211	0137
	265	14	9	6
77	08 855	0363	0202	0131
	275	14	8	6
78	08 580	0349	0194	0125
	285	14	9	6
79	08 295	0335	0185	0119
	295	15	9	6
0.80	— 0.08 000	+ 0.0320	— 0.0176	+ 0.0113
	305	15	9	6
81	07 695	0305	0167	0107
	315	15	9	6
82	07 380	0290	0158	0101
	325	15	9	6
83	07 055	0275	0149	0095
	335	15	9	6
84	06 720	0260	0140	0089
	345	16	9	6
0.85	— 0.06 375	+ 0.0244	— 0.0131	+ 0.0083
	355	15	9	6
86	06 020	0229	0122	0077
	365	16	9	6
87	05 655	0213	0113	0071
	375	16	9	6
88	05 280	0197	0104	0065
	385	16	9	6
89	04 895	0181	0095	0059
	395	16	8	5
0.90	— 0.04 500	+ 0.0165	— 0.0087	+ 0.0054
	405	16	9	6
91	04 095	0149	0078	0048
	415	17	9	6
92	03 680	0132	0069	0042
	425	16	9	5
93	03 255	0116	0060	0037
	435	16	9	6
94	02 820	0100	0051	0031
	445	17	8	5
0.95	— 0.02 375	+ 0.0083	— 0.0043	+ 0.0026
	455	16	9	5
96	01 920	0067	0034	0021
	465	17	9	6
97	01 455	0050	0025	0015
	475	17	8	5
98	00 980	0033	0017	0010
	485	16	9	5
0.99	00 495	0017	0008	0005
	495	17	8	5
1.00	— 0.00 000	+ 0.0000	— 0.0000	+ 0.0000

62. Astronomische Konstanten.

		log
Allgemeine Präzession . . .	1850 50″2453	1.70 1095
	1900 .2564	1.70 1191
	1950 .2675	1.70 1287
Konstante der Nutation . .	9″21	0.96 426
Konstante der Aberration .	20″47	1.31 112
Lichtzeit in Zeitsekunden . .	$498^{s}5$	2.69 767
Lichtzeit in Tagen	$0^{d}005770$	7.76 118 − 10
Sonnenparallaxe	8″80	0.94 448
Mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, entsprechend der Parallaxe 8″80 und dem Helmertschen Äquatorradius a = 6378.200 km .	149 499 793 km	8.17 4640 59
Anziehungskraft der Sonne k^2 (Gaußsche Konstante):		
k (in Teilen des Radius)	0.017 20209 895	8.23 5581 44 − 10
k (in Sekunden) . . .	3548″18761	3.55 0006 57
Dauer des julianischen Jahres	365.25 mittlere Tage	2.56 2590 22
Dauer des siderischen Jahres	365.256 360 42 „ „	2.56 2597 78
Dauer des tropischen Jahres	365.242 198 79 „ „	2.56 2580 94
1 mittlerer Sonnentag . . .	1.002 737 91 Sterntage	0.00 1187 43
1 Sterntag	0.997 269 57 mittl. Sonnentage	9.99 8812 56 − 10
Anzahl der Sekunden in einem Tag	$86\,400^{s}$	4.93 6513 74
Anzahl der Sekunden in einem siderischen Jahr	$31\,558\,149^{s}54$	7.49 9111 53
Geschwindigkeit des Lichtes .	299 860 km	5.47 6918 54
Lichtjahr	9 463 026 000 000 km	12.97 6030 0
	63 297.91 astron. Einh.	4.80 1389 4
Entfernung für eine Sternparallaxe $\Pi = 1''$ . . .	3.2586 Lichtjahre	0.51 304

63. Mathematische Konstanten.

		log
Basis der natürlichen Logarithmen .	e = 2.71 828 183	0.43 429 45
Modul der briggischen Logarithmen .	M = 0.43 429 448	9.63 778 43 − 10
Radius des Kreises in Graden . . .	$\varrho^{0} = 57^{0}29\,578$	1.75 812 26
„ „ „ „ Minuten . . .	$\varrho' = 3437'7468$	3.53 627 39
„ „ „ „ Sekunden . .	$\varrho'' = 206\,264''806$	5.31 442 51
Umfang des Kreises in Graden . . .	360^{0}	2.55 630 25
„ „ „ „ Minuten . .	21 600	4.33 445 38
„ „ „ „ Sekunden . .	$1\,296\,000''$	6.11 260 50
sin 1°	0.01 745 240 6	8.24 185 53 − 10
sin 1′	0.00 029 088 820	6.46 372 61 − 10
sin 1″	0.00 000 484 813 68	4.68 557 49 − 10
π	3.14 159 265	0.49 714 99
2π	6.28 318 531	0.79 817 99
$\frac{1}{2}\pi$	1.57 079 633	0.19 611 99
π^2	9.86 960 440	0.99 429 97
$\frac{2}{\sqrt{\pi}}$	1.12 837 917	0.05 245 51
$\sqrt[3]{\frac{\pi}{6}}$	0.80 599 598	9.90 633 29 − 10
Wert von h.r, für den das Wahrscheinlichkeitsintegral $\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_{0}^{hr} e^{-t^2} dt = \frac{1}{2}$ wird	0.47 693 628	9.67 846 04 − 10

64. Berechnung der Beobachtungsfehler.

Einfache Beobachtungsreihen.

Beobachtungen von gleicher Genauigkeit: Einzelwerte $w_1, w_2, \ldots w_n$.

Resultat: $W = \frac{[w]}{n}$

		1. Potenz	*2. Potenz*
Durchschnittl. Fehler einer Beobachtung	$d =$	$\frac{[v]}{\sqrt{n(n-1)}}$	
Mittlerer Fehler einer Beobachtung	$\varepsilon =$	$1.2533\frac{[v]}{\sqrt{n(n-1)}}$	$\sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$
Wahrscheinl. Fehler einer Beobachtung	$r =$	$0.8453\frac{[v]}{\sqrt{n(n-1)}}$	$0.6745\sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$
Mittlerer Fehler des Resultats $\varepsilon(W) =$		$\frac{\varepsilon}{\sqrt{n}} = 1.2533\frac{[v]}{n\sqrt{n-1}}$	$\sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$
Wahrsch. Fehler des Resultats $r(W) =$		$\frac{r}{\sqrt{n}} = 0.8453\frac{[v]}{n\sqrt{n-1}}$	$0.6745\sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$

Beobachtungen von ungleicher Genauigkeit.

Einzelwerte $w_1, w_2, \ldots w_n$; Gewichte $p_1, p_2, \ldots p_n$.

Resultat: $W = \frac{[pw]}{[p]}$

Mittlerer Fehler der Gewichtseinheit: $\varepsilon = \sqrt{\frac{[pvv]}{n-1}}$

Wahrscheinl. Fehler der Gewichtseinheit: $r = 0.6745\sqrt{\frac{[pvv]}{n-1}}$

Mittl. Fehler einer Beobachtung vom Gewichte p_0: $\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon}{\sqrt{p_0}} = \sqrt{\frac{[pvv]}{p_0(n-1)}}$

Wahrsch. Fehler einer Beobacht. vom Gew. p_0: $r_0 = \frac{r}{\sqrt{p_0}} = 0.6745\sqrt{\frac{[pvv]}{p_0(n-1)}}$

Mittlerer Fehler des Resultats: $\varepsilon(W) = \frac{\varepsilon}{\sqrt{[p]}} = \sqrt{\frac{[pvv]}{[p](n-1)}}$

Wahrscheinl. Fehler des Resultats: $r(W) = \frac{r}{\sqrt{[p]}} = 0.6745\sqrt{\frac{[pvv]}{[p](n-1)}}$

Gewicht des Resultats: $p(W) = [p]$

Beziehungen zwischen Gewicht, mittlerem und wahrscheinlichem Fehler:

$$p_1 : p_2 = \frac{1}{\varepsilon_1^2} : \frac{1}{\varepsilon_2^2} = \frac{1}{r_1^2} : \frac{1}{r_2^2}$$

$r = 0.674\,4897\ \varepsilon$	log 9.828 9753	$\varepsilon = 1.482\,6024\ r$	log 0.171 0247
$r = 0.845\,3476\ d$	„ 9.927 0353	$\varepsilon = 1.253\,3143\ d$	„ 0.098 0600

65. Auflösung von Gleichungen mit drei Unbekannten nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} a_1x + b_1y + c_1z &= n_1 \\ a_2x + b_2y + c_2z &= n_2 \\ a_3x + b_3y + c_3z &= n_3 \\ &\vdots \\ a_nx + b_ny + c_nz &= n_n \end{aligned}$$

Die Gleichungen sind durch Multiplikation mit $\sqrt{p}$, der Quadratwurzel ihres Gewichtes p, gleichwertig zu machen.

Normalgleichungen:

$$\begin{aligned} [aa]x + [ab]y + [ac]z &= [an] \\ [ab]x + [bb]y + [bc]z &= [bn] \\ [ac]x + [bc]y + [cc]z &= [cn] \end{aligned}$$

Abkürzende Bezeichnungen:

$a_1a_1 + a_2a_2 + a_3a_3 \ldots + a_na_n = [aa]$
$b_1c_1 + b_2c_2 + b_3c_3 \ldots + b_nc_n = [bc]$
usw.

Dann bildet man:

$$[bb1] = [bb] - \frac{[ab]}{[aa]}[ab] \qquad [cc1] = [cc] - \frac{[ac]}{[aa]}[ac]$$

$$[bc1] = [bc] - \frac{[ab]}{[aa]}[ac] \qquad [cn1] = [cn] - \frac{[ac]}{[aa]}[an]$$

$$[bn1] = [bn] - \frac{[ab]}{[aa]}[an] \qquad [cc2] = [cc1] - \frac{[bc1]}{[bb1]}[bc1]$$

$$[cn2] = [cn1] - \frac{[bc1]}{[bb1]}[bn1]$$

und erhält die Eliminationsgleichungen:

$$\begin{aligned} [aa]x + [ab]y + [ac]z &= [an] \\ [bb1]y + [bc1]z &= [bn1] \\ [cc2]z &= [cn2] \end{aligned}$$

Rechnet man noch:

$$[cc1]_a = [cc] - \frac{[bc]}{[bb]}[bc]$$

so bekommt man die Gewichte der Unbekannten:

$$p_z = [cc2] \qquad p_y = [bb1]\frac{[cc2]}{[cc1]} \qquad p_x = [aa]\frac{[bb1]}{[bb]} \cdot \frac{[cc2]}{[cc1]_a}$$

Sind v die nach Einsetzung der Unbekannten in die Bedingungsgleichungen übrigbleibendem Reste im Sinne (Beobachtung — Rechnung), so wird

Mittlerer Fehler der Gewichtseinheit $\varepsilon = \sqrt{\frac{[pvv]}{n - \mu}}$

n Anzahl der Fehlergleichungen und Beobachtungen
μ Anzahl der Unbekannten, hier $= 3$

Mittlerer Fehler der Unbekannten:

$$\varepsilon_z = \frac{\varepsilon}{\sqrt{p_z}} \qquad \varepsilon_y = \frac{\varepsilon}{\sqrt{p_y}} \qquad \varepsilon_x = \frac{\varepsilon}{\sqrt{p_x}}$$

Kontrolle: $[vv] = [nn3] = [nn] - [an]x - [bn]y - [cn]z$

66. Formeln zur Ortsbestimmung.

Bezeichnungen: α Rektaszension
δ Deklination
t Stundenwinkel
z Zenitdistanz
A_s Azimut, vom Südpunkt über W, N, O gezählt
A_n Azimut, vom Nordpunkt über O, S, W gezählt
φ Geographische Breite
q Parallaktischer Winkel am Stern
Θ Sternzeit
$t = \Theta - \alpha$

Zeitbestimmung aus einer Zenitdistanz.

$$\cos t = \frac{\cos z - \sin\varphi \sin\delta}{\cos\varphi \cos\delta} = \frac{\cos z}{\cos\varphi \cos\delta} - \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\delta$$

$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}t = \sqrt{\frac{\sin(s-\varphi)\sin(s-\delta)}{\cos s \cos(s-z)}} \qquad s = \frac{\varphi + \delta + z}{2}$$

Differentialausdruck:

$$dt = \frac{1}{\cos\varphi \sin A_s} dz - \frac{1}{\cos\varphi \operatorname{tang} A_s} d\varphi + \frac{1}{\cos\delta \operatorname{tang} q} d\delta$$

Breitenbestimmung aus einer Zenitdistanz.

$$\cos(\varphi - M) = \frac{\cos z}{\sin\delta} \sin M \qquad \operatorname{tang} M = \frac{\operatorname{tang}\delta}{\cos t}$$

Differentialausdruck:

$$d\varphi = \frac{1}{\cos A_s} dz - \cos\varphi \operatorname{tang} A_s \, dt + \frac{\cos q}{\cos A_s} d\delta$$

Berechnung der Zenitdistanz (zur Standlinienmethode).

$$\cos z = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t$$

$$\cos z = \sin\varphi \sin(N + \delta) \sec N \qquad \operatorname{tang} N = \operatorname{cotg}\varphi \cos t$$

oder

$$\cos z = \cos\varphi \sin(N + \delta) \operatorname{cosec} N \cos t \qquad \text{für kleine } \varphi$$

$$\sin\tfrac{1}{2}z = \sin\tfrac{1}{2}(\varphi - \delta) \sec M, \quad \text{wo}$$

$$\operatorname{tang} M = \operatorname{cosec}\tfrac{1}{2}(\varphi - \delta) \sin\tfrac{1}{2}t \sqrt{\cos\varphi \cos\delta}$$

Differentialausdruck:

$$dz = \cos A_s \, d\varphi + \cos\varphi \sin A_s \, dt - \cos q \, d\delta$$

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Fortsetzung).

Berechnung des Azimuts.

Höhenazimut:

$$\sin A_s = -\sin A_n = \frac{\cos\delta \sin t}{\sin z}$$

$$\cos A_s = -\cos A_n = \frac{\sin\varphi \cos z - \sin\delta}{\cos\varphi \sin z}$$

$$= \operatorname{tang}\varphi \operatorname{cotg} z - \frac{\sin\delta}{\cos\varphi \sin z}$$

$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2} A_s = -\operatorname{cotg}\tfrac{1}{2} A_n = \sqrt{\frac{\sin(s-\varphi)\cos(s-z)}{\cos s \sin(s-\delta)}}$$

$$s = \frac{\varphi + \delta + z}{2}$$

Zeitazimut:

$$\operatorname{tang} A_s = \operatorname{tang} A_n = \frac{\sin t}{\sin\varphi \cos t - \cos\varphi \operatorname{tang}\delta}$$

$$\operatorname{tang} A_s = \operatorname{tang} A_n = -\frac{\operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t}{1 - \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t}$$

$$\operatorname{tang} A_s = \operatorname{tang} A_n = \frac{\cos M \operatorname{tang} t}{\sin(\varphi - M)} \qquad \operatorname{tang} M = \frac{\operatorname{tang}\delta}{\cos t}$$

Differentialausdrücke:

$$dA = -\frac{\operatorname{cotg} t}{\cos\varphi}\, d\varphi + \frac{1}{\cos\varphi \sin t}\, d\delta + \frac{1}{\sin z \operatorname{tang} q}\, dz$$

$$dA = -\frac{\sin A_s}{\operatorname{tang} z}\, d\varphi + \frac{\sin q}{\sin z}\, d\delta + \frac{\cos\delta \cos q}{\sin z}\, dt$$

Azimut und Zeit aus einer Distanzmessung.

Da die beiden zu verbindenden Objekte, der irdische Gegenstand sowohl als auch das Gestirn, bei der Beobachtung nur eine geringe Erhebung über dem Horizont haben sollen, führen wir hier statt der Zenitdistanzen die (kleinen) Höhen ein und bezeichnen mit

a, h Azimut und Höhe des Gestirns,
A, H Azimut und Höhe des terrestrischen Objekts,
D die gemessene Distanz, die ebensowenig wie die gemessene Höhe H wegen Refraktion zu verbessern ist,
$\alpha = A - a$ die Azimutdifferenz Objekt — Gestirn.

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Fortsetzung).

Azimut und Zeit (Fortsetzung).

Man erhält:

$$\cos\alpha = \frac{\cos D - \sin h \sin H}{\cos h \cos H}$$

oder:

$$\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\sin(s-H)\sin(s-h)}{\cos s \cos(s-D)}} \qquad s = \tfrac{1}{2}(D+H+h)$$

und berechnet a, h durch:

$$\operatorname{tang} a_s = \operatorname{tang} a_n = -\frac{\operatorname{cotg}\delta \sec\varphi \sin t}{1 - \operatorname{cotg}\delta \operatorname{tang}\varphi \cos t} \qquad \cos h = \frac{\cos\delta \sin t}{\sin a_s}$$

oder durch:

$$\operatorname{tang} M = \operatorname{tang}\delta \sec t$$

$$\operatorname{tang} a_s = \operatorname{tang} a_n = \frac{\cos M \operatorname{tang} t}{\sin(\varphi - M)} \qquad \operatorname{tang} h = \operatorname{cotg}(\varphi - M)\cos a_s$$

Die Differentialausdrücke für die Abhängigkeit zwischen α und D, h, H

$$d\alpha = \frac{\sin D}{\cos h \cos H \sin\alpha}\cdot dD \qquad d\alpha = \frac{1}{\cos h \operatorname{tang}\sigma}\cdot dh$$

$$d\alpha = \frac{1}{\cos H \operatorname{tang}\mu}\cdot dH$$

zeigen, daß man h und H möglichst klein und einander gleich halten soll. σ und μ bedeuten im Dreieck Zenit – Stern – Mire die Winkel am Stern und an der terrestrischen Mire. Für das Gestirnazimut a macht ein Zeitfehler dt

$$da = \frac{\cos\delta \cos q}{\cos h}\,dt \qquad q = \text{parallaktischer Winkel am Gestirn}$$

dann am wenigsten aus, wenn wieder h klein ist und der Stern im Ersten Vertikal oder in der Digression steht.

Die lineare Exzentrizität eines Sextanten beträgt höchstens 5 cm; für einen Spiegelkreis ist sie noch kleiner. Die Sextantenparallaxe sinkt also unter 10″ für Objekte mit einem Abstand von mehr als 1000 m.

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Fortsetzung).

Azimut und Zeit (Fortsetzung).

Hat man einmal A und H für eine irdische Mire bestimmt, so kann man umgekehrt leicht aus einer Distanzmessung die Zeit ableiten. Diese Methode ist besonders bequem und empfehlenswert, wenn man in hohen Breiten längere Zeit an derselben Station liegen bleibt. Man berechnet zunächst aus A, H die ebenfalls konstanten äquatorealen Koordinaten Stundenwinkel τ und Deklination Δ des irdischen Objektes durch:

$$\operatorname{tang} N = \operatorname{cotg} H \cos A$$

$$\operatorname{tang} \tau = \frac{\operatorname{tang} A \sin N}{\cos(\varphi - N)} \qquad \operatorname{tang} \Delta = \operatorname{tang}(\varphi - N)\cos\tau$$

Die Differentialausdrücke:

$$d\tau = \frac{\cos H \cos Q}{\cos \Delta} \cdot dA - \frac{\sin Q}{\cos \Delta} \cdot dH$$

$$d\Delta = \cos H \sin Q \cdot dA + \cos Q \cdot dH$$

Q = parallaktischer Winkel am Objekt

$$\sin Q = \frac{\cos\varphi \sin A_s}{\cos \Delta} = \frac{\cos\varphi \sin\tau}{\cos H}$$

entbehren hier der praktischen Bedeutung, da man über die Stücke nicht verfügen kann.

Aus dem sphärischen Dreieck Pol – Objekt – Gestirn geht der Winkel χ am Pol hervor durch:

$$\cos\chi = \frac{\cos D - \sin\Delta \sin\delta}{\cos\Delta \cos\delta}$$

oder durch:

$$\operatorname{tang}\frac{\chi}{2} = \sqrt{\frac{\sin(s-\Delta)\sin(s-\delta)}{\cos s \cos(s-D)}} \qquad s = \tfrac{1}{2}(D + \Delta + \delta)$$

und der Stundenwinkel t des Gestirns und damit die Zeit:

$$t = \tau + \chi$$

Das Vorzeichen von χ stellt man durch den Anblick am Himmel fest.

Differentialausdruck:

$$dt = d\chi = \frac{\sin D}{\cos\Delta \cos\delta \sin\chi} \cdot dD$$

Δ und δ sollen demnach möglichst klein sein, dann wird in hohen Breiten nahe $\frac{\sin D}{\sin\chi} = 1$, alles Dinge, die man räumlich sofort erkennt.

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Fortsetzung).

Azimut und Zeit (Schluß).

Beispiel. Distanz Sonne – Kirchturm $D = 28^\circ\ 9'\ 19''2$, $H = 6^\circ\ 18'\ 49''6$, Kirchturm links.

$\varphi = +\ 48^\circ\ 35'\ 0''2 \qquad \delta_\odot = +\ 22^\circ\ 22'\ 31''2 \qquad t_\odot = +\ 6^h\ 28^m\ 25^s7$

I. Azimutbestimmung.

	$\operatorname{tg}\delta$ 9.61 455		$\cos M$ 9.45 912$_n$
	$\sec t$ 0.90 755$_n$		$\operatorname{tg} t$ 0.90 419$_n$
D 28° 9′ 19″2	$\operatorname{tg} M$ 0.52 210$_n$		$\operatorname{cosec}(\varphi - M)$ 0.07 090$_n$
H 6 18 49.6	M 106° 43′ 39″1		$\operatorname{tg} a_s$ 0.43 421$_n$
h 12 6 38.4	$\varphi - M$ – 58 8 38.9		a_s 110° 12′ 4″6
s 23 17 23.6	sec 0.03 691		$\operatorname{cotg}(\varphi - M)$ 9.79 336$_n$
s – H 16 58 34.0	sin 9.46 534		$\cos a_s$ 9.53 822$_n$
s – h 11 10 45.2	sin 9.28 753		$\operatorname{tg} h$ 9.33 158
s – D – 4 51 55.6	sec 0.00 157		h 12° 6′ 38″4
	8.79 135		
	$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$ 9.39 567		
	α 27° 55′ 56″6		
	a 110 12 4 6		
	A 82 16 8.0		

II. Verwandlung von A und H in τ und Δ.

$\operatorname{cotg} H$ 0.95 607	$\operatorname{tg} A$ 0.86 724	$\operatorname{tg}(\varphi - N)$ 8.53 858$_n$
$\cos A$ 9.12 880	$\sin N$ 9.88 780	$\cos\tau$ 9.23 810
$\operatorname{tg} N$ 0.08 487	$\sec(\varphi - N)$ 0.00 026	$\operatorname{tg}\Delta$ 7.77 668$_n$
N 50° 33′ 46″0	$\operatorname{tg}\tau$ 0.75 530	
$\varphi - N$ – 1 58 45.8	τ + 80° 2′ 11″4	Δ – 0° 20′ 33″4

III. Zeitbestimmung.

D 28° 9′ 19″2		$\sin D$ 9.6738
Δ – 0 20 33 4		$\sec\Delta$ 0 0000
δ + 22 22 31.2		$\sec\delta$ 0.0340
s 25 5 38.5	sec 0.04 306	$\operatorname{cosec}\chi$ 0.5323
s – Δ 25 26 11.9	sin 9.63 297	0.2401
s – δ 2 43 7.3	sin 8.67 608	
s – D – 3 3 40.7	sec 0.00 062	$dt = 1.738 \cdot dD$
	8.35 273	
	$\operatorname{tg}\frac{\chi}{2}$ 9.17 636	
	χ + 17° 4′ 20″2	
	τ + 80 2 11.4	
	$t_\odot$ + 97 6 31.6 = + 6h 28m 26s1	

Der Widerspruch 0^s4 gegen den Ausgangsstundenwinkel liegt innerhalb der Unsicherheiten 5stelliger Rechnung.

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Fortsetzung).

Längenbestimmung aus einer Sternbedeckung.

α_*, δ_* Rektaszension und Deklination des bedeckten Sterns,
T_o Mittlere Greenwicher Zeit, zu der Mond und Stern gleiche geozentrische Rektaszension haben (geozentrische Konjunktion in Rektaszension),
$\delta_{\mathbb{C}}$, Π Deklination und Äquatoreal-Horizontalparallaxe des Mondes zur Zeit T_o,
$d\alpha$, $d\delta$ Stündliche Änderungen der Rektaszension und Deklination des Mondes zur Zeit T_o,
T Mittlere Ortszeit des beobachteten Momentes (Eintritt oder Austritt),
Θ Ortssternzeit des beobachteten Momentes,
λ' Angenommene Länge des Beobachtungsortes (westlich +, östlich —).

Genäherte Rechnung.

$$q = \frac{\delta_{\mathbb{C}} - \delta_*}{\Pi} \qquad q' = \frac{d\delta}{\Pi} \qquad p' = \frac{d\alpha \cos\delta_{\mathbb{C}}}{\Pi}$$

$$\operatorname{tg} N = \frac{p'}{q'} \qquad n = \frac{p'}{\sin N} = \frac{q'}{\cos N}$$

$\delta_{\mathbb{C}} - \delta_*$, Π, $d\delta$, $d\alpha$ in Bogensekunden auszudrücken.
$0° < N < 180°$
n stets positiv.

$$t_* = \Theta - \alpha_*$$

$$x = \varrho \cos\varphi' \sin t_*$$

$$y = \varrho \sin\varphi' \cos\delta_* - \varrho \cos\varphi' \sin\delta_* \cos t_*$$

Zur Berechnung von $\varrho\cos\varphi'$ und $\varrho\sin\varphi'$ siehe Taf. 40 (S. 28 u. 152).

$$\tau = T_o - (T + \lambda') \qquad \mathfrak{P} = -p'\tau \qquad \mathfrak{Q} = q - q'\tau$$

$$\operatorname{tg} M = \frac{\mathfrak{P} - x}{\mathfrak{Q} - y} \qquad m = \frac{\mathfrak{P} - x}{\sin M} = \frac{\mathfrak{Q} - y}{\cos M}$$

$$\cos\psi = \frac{m}{k} \sin(M - N)$$

τ, $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$ in Stunden auszudrücken.
sin M gleiches Vorzeichen mit $\mathfrak{P} - x$,
cos M gleiches Vorzeichen mit $\mathfrak{Q} - y$.
m stets positiv.
$0° < \psi < 180°$
$k = 0.272\,550$
$\log k = 9.435\,446$

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Fortsetzung).

Längenbestimmung (Fortsetzung).

An λ' anzubringende Korrektion $d\lambda$ in Stunden:

$$d\lambda^{(h)} = -\frac{m}{n} \cdot \frac{\cos(M - N - \psi)}{\cos\psi}$$ für den Eintritt des Sterns

$$d\lambda^{(h)} = -\frac{m}{n} \cdot \frac{\cos(M - N + \psi)}{\cos\psi}$$ für den Austritt des Sterns

$$\lambda = \lambda' + d\lambda$$

Die vom Mondort abhängigen Größen werden in einigen Ephemeriden für jede Bedeckung von Sternen bis zur Größe 6.5^m angegeben. Das Nautische Jahrbuch enthält T_0 (auf 1^s), q, log n, N. Nautical Almanac und American ephemeris geben T_0 (nur auf 0.1^m), q (mit Y bezeichnet), p′ (mit x′ bezeichnet), q′ (mit y′ bezeichnet).

Strenge Rechnung.

Verzichtet man auf die Benutzung der in den Ephemeriden für die Zeit T_0 der Konjunktion angegebenen Bedeckungskonstanten T_0, q, log n, N, p′, q′, so läßt sich die Rechnung strenge in folgender Weise führen, die ein genaueres Resultat ergibt, als die an erster Stelle behandelte Methode. Die Bezeichnungen sind dieselben wie vorhin.

Für die Zeit $T + \lambda'$ wird der Ephemeride $\alpha_{\mathbb{C}}$, $\delta_{\mathbb{C}}$, Π, $d\alpha$, $d\delta$ entnommen.

$$p = \frac{\sin(\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_*)\cos\delta_{\mathbb{C}}}{\sin\Pi}$$

$$q = \frac{\sin(\delta_{\mathbb{C}} - \delta_*)\cos^2\tfrac{1}{2}(\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_*) + \sin(\delta_{\mathbb{C}} + \delta_*)\sin^2\tfrac{1}{2}(\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_*)}{\sin\Pi}$$

$$p' = \frac{d\alpha\cos\delta_{\mathbb{C}}}{\Pi} \qquad q' = \frac{d\delta}{\Pi}$$

$$\operatorname{tg} N = \frac{p'}{q'} \qquad n = \frac{p'}{\sin N} = \frac{q'}{\cos N} \qquad 0^\circ < N < 180^\circ$$

n stets positiv

$$x = \varrho\cos\varphi'\sin t_*$$

$$y = \varrho\sin\varphi'\cos\delta_* - \varrho\cos\varphi'\sin\delta_*\cos t_*$$

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Fortsetzung).

Längenbestimmung (Fortsetzung).

$$\operatorname{tg} M = \frac{p - x}{q - y}$$

$\sin M$ gleiches Vorzeichen mit $p - x$
$\cos M$ „ „ „ $q - y$

m stets positiv

$$m = \frac{p - x}{\sin M} = \frac{q - y}{\cos M}$$

χ durchweg so zu nehmen, daß $\cos\chi$ negativ für Eintritte, positiv für Austritte ist[1]).

$$\sin\chi = \frac{m}{k}\sin(M - N)$$

$$\log k = 9.435\,446$$

$$d\lambda^{(h)} = \frac{k}{n}\cos\chi - \frac{m}{n}\cos(M - N)$$

oder, wenn $\sin\chi$ nicht sehr klein, bequemer:

$$d\lambda^{(h)} = \frac{m}{n} \cdot \frac{\sin(M - N - \chi)}{\sin\chi}$$

$$\lambda = \lambda' + d\lambda$$

Die mit dem Mondort der Ephemeride berechnete Länge λ ist noch behaftet mit den Fehlern des Mondortes. Seien dessen Korrektionen $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$, beide in Bogensekunden ausgedrückt, und sei λ_w die wahre von den Fehlern des Mondortes befreite Länge, so besteht zwischen λ_w und λ die folgende Beziehung:

$$\lambda_w = \lambda - \Delta\alpha \frac{3600}{n\Pi}\cos\delta_{\mathbb{C}}(\operatorname{tg}\chi\cos N + \sin N) + \Delta\delta\frac{3600}{n\Pi}(\operatorname{tg}\chi\sin N - \cos N)$$

Π ist in Bogensekunden anzusetzen. Die Verbesserung $(\lambda_w - \lambda)$ der Länge erhält man in Zeitsekunden.

Die Korrektionsglieder für Mondradius, Mondparallaxe und Erdfigur brauchen bei Beobachtungen zur Längenbestimmung auf Reisen nicht eingeführt zu werden.

Bei genauen Rechnungen hat man den Erdradius ϱ des Beobachtungsortes wegen Seehöhe h und Strahlenbrechung zu verbessern. Den Einfluß der Seehöhe findet man in der Erläuterung zur Tafel 40 (S. 28).

---

[1]) Ausnahmen von dieser Regel können in seltenen Fällen eintreten; doch ist dann auch die Okkultation zur Längenbestimmung ungeeignet.

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Fortsetzung).

Längenbestimmung (Fortsetzung).

Die Wirkung der Refraktion für Okkultationen äußert sich in einer scheinbaren Vergrößerung des Erdradius des Beobachtungsortes. Das folgende Täfelchen gibt die Korrektion des $\log \varrho$ in Einheiten der sechsten Dezimale des Logarithmus mit dem Argument wahre Zenitdistanz z des bedeckten Sterns im beobachteten Moment. In der dritten Spalte steht als weiteres Argument $\log \cos z$.

Korrektion des $\log \varrho$ wegen Refraktion bei Bedeckungen.

Wahre ZD	$\Delta \log \varrho$	$\log \cos z$	Wahre ZD	$\Delta \log \varrho$	$\log \cos z$
	VI			VI	
60°	0	9.70	88°0	+ 41	8.54
65	+ 1 1	9.63	2	45 4	50
	0		4	49 4	45
70	+ 1 0	9.53	6	53 4 6	39
72	1	49	8	59	8.32
74	2 1	44		5	
76	2 0	38	89.0	+ 64	8.24
78	3 1	9.32	1	67 3	20
	2		2	71 4	14
80	+ 5	9.24	3	74 3	09
81	6 1	19	4	78 4	8.02
82	7 1	14		4	
83	9 2	09	89.5	+ 82	7.94
84	11 2	9.02	6	86 4	84
	4		7	90 4	72
85.0	+ 15 2	8.94	8	95 5	54
85.5	17	89	9	100 5	7.24
86.0	20 3	84		5	
86.5	23 3	79	90.0	+ 105	—
87.0	28 5	72			
87.5	34 6	8.64			
	7				
88.0	+ 41	8.54			

Beispiel (fingiert; Beobachtungsort im Parallel bei Capstadt).

Strenge Rechnung.

$\varphi = -33^\circ\,56'\,3''2$ $\quad \lambda' = -1^h\,14^m\,0^s0$ östl. v. Greenw.

1912 März 29 42 Leonis Eintritt $14^h\,20^m\,59^s4$ MOZ $= 14^h\,49^m\,13^s15$ Sternzt.

$T' + \lambda$	$13^h\,6^m\,59^s4$		
α ☾	$10^h\,19^m\,12^s27$	α_* $10^h\,17^m\,8^s07$	α ☾ $- \alpha_*$ $+ 0^h\,2^m\,4^s20$
δ ☾	$+ 14^\circ\,48'\,33''4$	δ_* $+ 15^\circ\,25'\,7''3$	δ ☾ $- \delta_*$ $- 0^\circ\,36'\,33''9$
Π ☾	$59\;28.91$	t_* $+ 4^h\,32^m\,5^s08$	δ ☾ $+ \delta_*$ $+ 30\;13\;40.7$

$\log d\,\alpha^{(\prime\prime)}$ 3.30 604

$\log d\,\delta^{(\prime\prime)}$ 2.95 046$_n$

66. Formeln zur Ortsbestimmung (Schluß).

Längenbestimmung (Schluß).

$\cos\delta_{\mathbb{C}}$ 9.98 533	$\sin(\delta_{\mathbb{C}} - \delta_*)$ 8.02 678$_n$	$\sin(\delta_{\mathbb{C}} + \delta_*)$ 9.70 195
$\sin(\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_*)$ 7.95 578	$\cos^2\frac{1}{2}(\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_*)$ 0.00 000	$\sin^2\frac{1}{2}(\alpha_{\mathbb{C}} - \alpha_*)$ 5.30 950
cpl sin $\Pi_{\mathbb{C}}$ 1.76 191	8.02 678$_n$ (a)	5.01 145 (b)
log p 9.70 302	9.99 958 (C)	3.01 533 (B)
p + 0.50 469	cpl sin $\Pi_{\mathbb{C}}$ 1.76 191	
	log q 9.78 827$_n$	
	q — 0.61 414	

log dα 3.30 604	log dδ 2.95 046$_n$
$\cos\delta_{\mathbb{C}}$ 9.98 533	log $\Pi_{\mathbb{C}}$ 3.55 254
cpl lg $\Pi_{\mathbb{C}}$ 6.44 746	log q' 9.39 792$_n$
log p' 9.73 883	tg N 0.34 091$_n$
	N 114° 31′ 9″
	log n 9.77 987

lg $\varrho\cos\varphi'$ 9.91 936	lg $\varrho\sin\varphi'$ 9.74 435$_n$	lg $\varrho\cos\varphi'$ 9.91 936
$\sin t_*$ 9.96 723	$\cos\delta_*$ 9.98 409	$\sin\delta_*$ 9.42 467
log x 9.88 659	9.72 844$_n$	$\cos t_*$ 9.57 318
x + 0.77 018	— 0.53 511	8.91 721
	— 0.08 264	
	y — 0.61 775	

p — x — 0.26 549	lg 9.42 404$_n$	lg m 9.42 408
q — y + 0.00 361	lg 7.55 751	cpl lg k 0.56 455
	tg M 1.86 653$_n$	$\sin(M - N)$ 9.60 486
M	270° 46′ 44″6	$\sin\chi$ 9.59 349
M — N	156 15 35.6	χ 156° 54′ 34″
M — N — χ	— 0 38 58.4	

lg m 9.42 408	$\sin(M - N - \chi)$ 8.05 449$_n$
lg n 9.77 987	$\sin\chi$ 9.59 349
9.64 421	8.46 100$_n$
8.46 100$_n$	
lg 3600 3.55 630	λ' — 1^h 14^m 0^{s}0
log dλ 1.66 151$_n$	dλ — 45.9
dλ = — 45^{s}87	λ — 1 14 45.9 = — 18° 41′ 28″

tg χ 9.62 976$_n$	tg χ 9.62 976$_n$	lg n 9.77 987
$\cos N$ 9.61 804$_n$	$\sin N$ 9.95 896	lg $\Pi_{\mathbb{C}}$ 3.55 254
9.24 780	9.58 872$_n$	3.33 241
+ 0.17 693	— 0.38 790	lg 3600 3.55 630
+ $\sin N$ + 0.90 982	— $\cos N$ + 0.41 499	$\cos\delta_{\mathbb{C}}$ 9.98 533
+ 1.08 675	+ 0.02 709	
0.03 613	8.43 281	
0.20 922	0.22 389	
0.24 535	8.65 670	
+ 1.7593	+ 0.04 536	

$$\lambda_w = \lambda - 1.759\,\Delta\alpha^{(\prime\prime)} + 0.045\,\Delta\delta^{(\prime\prime)}$$

Für $\Delta\alpha$ in Zeitsekunden hat man

$$\lambda_w = \lambda - 26.39\,\Delta\alpha^{(s)} + 0.045\,\Delta\delta^{(\prime\prime)}$$

Die Zenitdistanz des Sterns ergibt sich für den Bedeckungsmoment zu 81° 19′. Der log ϱ wäre daher wegen Refraktion zu verbessern um + 6^{vi}. Der Einfluß blieb vernachlässigt, da er in dλ kaum 0^{s}1 ausmacht.

67. Formeln zur theoretischen Astronomie.

Verwandlung von äquatorealen Koordinaten (α, δ) in ekliptikale (λ, β) und umgekehrt.

$$\operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg}\delta}{\sin\alpha} \qquad \operatorname{tg} N = \frac{\operatorname{tg}\beta}{\sin\lambda}$$

$$\operatorname{tg}\lambda = \frac{\cos(M-\varepsilon)}{\cos M}\operatorname{tg}\alpha \qquad \operatorname{tg}\alpha = \frac{\cos(N+\varepsilon)}{\cos N}\operatorname{tg}\lambda$$

$$\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}(M-\varepsilon)\sin\lambda \qquad \operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(N+\varepsilon)\sin\alpha$$

ε Schiefe der Ekliptik
$\cos\lambda$ und $\cos\alpha$ haben das gleiche Vorzeichen.

Kontrollformeln:

$$\frac{\cos(M-\varepsilon)}{\cos M} = \frac{\cos\beta\sin\lambda}{\cos\delta\sin\alpha} \qquad \frac{\cos(N+\varepsilon)}{\cos N} = \frac{\cos\delta\sin\alpha}{\cos\beta\sin\lambda}$$

$$\sin(\lambda-\alpha) = 2\cos\alpha\operatorname{tg}\beta\operatorname{cosec}(M-\varepsilon)\sin\tfrac{1}{2}\varepsilon\sin(M-\tfrac{1}{2}\varepsilon)$$
$$\sin\tfrac{1}{2}(\delta-\beta) = \sin\beta\operatorname{cosec}(M-\varepsilon)\sin\tfrac{1}{2}\varepsilon\cos(M-\tfrac{1}{2}\varepsilon)\sec\tfrac{1}{2}(\delta+\beta)$$
$$\sin(\lambda-\alpha) = 2\cos\alpha\sec\beta\sin\delta\operatorname{cosec}(N+\varepsilon)\sin\tfrac{1}{2}\varepsilon\sin(N+\tfrac{1}{2}\varepsilon)$$
$$\sin\tfrac{1}{2}(\delta-\beta) = \sin\delta\operatorname{cosec}(N+\varepsilon)\sin\tfrac{1}{2}\varepsilon\cos(N+\tfrac{1}{2}\varepsilon)\sec\tfrac{1}{2}(\delta+\beta)$$

Anomalie und Radiusvektor in der Ellipse.

M mittlere Anomalie
E exzentrische Anomalie
v wahre Anomalie
e Exzentrizität
φ Exzentrizitätswinkel, $e = \sin\varphi$
a große Halbachse
q Periheldistanz
$p = a(1-e^2)$ = Parameter
r Radiusvektor
U Umlaufszeit
μ mittlere tägliche Bewegung.

$$M = E - e\sin E \qquad r = a(1-e\cos E)$$

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}v = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}E \qquad r = \frac{p}{1+e\cos v} = \frac{a(1-e^2)}{1+e\cos v}$$

$$\sin\tfrac{1}{2}(v-E) = \sin\frac{\varphi}{2}\sqrt{\frac{r}{p}}\sin v = \sin\frac{\varphi}{2}\sqrt{\frac{a}{r}}\sin E$$

$$\sin\tfrac{1}{2}(v+E) = \cos\frac{\varphi}{2}\sqrt{\frac{r}{p}}\sin v = \cos\frac{\varphi}{2}\sqrt{\frac{a}{r}}\sin E$$

$$r\sin v = a\cos\varphi\sin E$$

$$r\cos v = a(\cos E - e)$$

67. Formeln zur theoretischen Astronomie (Fortsetzung).

Die Gaußschen Äquatorkonstanten und die heliozentrischen Koordinaten x′, y′, z′.

Bahnelemente auf die Ekliptik bezogen:

ω Abstand des Perihels vom Knoten
Ω Länge des Knotens
i Neigung.

$$\operatorname{tg} N = \frac{\operatorname{tg} i}{\cos \Omega}$$

$$\operatorname{cotg} A = -\operatorname{tg} \Omega \cos i \qquad \sin a = \frac{\cos \Omega}{\sin A}$$

sin a, sin b, sin c stets positiv.

$$\operatorname{cotg} B = \frac{\cos i \cos (N + \varepsilon)}{\operatorname{tg} \Omega \cos N \cos \varepsilon} \qquad \sin b = \frac{\sin \Omega \cos \varepsilon}{\sin B}$$

$$\operatorname{cotg} C = \frac{\cos i \sin (N + \varepsilon)}{\operatorname{tg} \Omega \cos N \sin \varepsilon} \qquad \sin c = \frac{\sin \Omega \sin \varepsilon}{\sin C}$$

Probe: $\operatorname{tg} i = \dfrac{\sin b \sin c \sin (C - B)}{\sin a \cos A}$

Heliozentrische Koordinaten:

$$x' = r \sin a \sin (A' + v) \qquad A' = A + \omega$$
$$y' = r \sin b \sin (B' + v) \qquad B' = B + \omega$$
$$z' = r \sin c \sin (C' + v) \qquad C' = C + \omega$$

Übergang auf geozentrischen Ort α, δ.

ϱ Abstand Erde – Gestirn
X, Y, Z äquatoreale Sonnenkoordinaten.

$$\varrho \sin \alpha \cos \delta = y' + Y$$
$$\varrho \cos \alpha \cos \delta = x' + X$$
$$\varrho \sin \delta = z' + Z$$

Reduktion des geozentrischen mittleren Ortes (α, δ) auf wahren Ort.

$$\Delta \alpha = f + g \sin (G + \alpha) \operatorname{tg} \delta \qquad \Delta \delta = g \cos (G + \alpha)$$

f, g, G den astronomischen Ephemeriden zu entlehnen.

67. Formeln zur theoretischen Astronomie (Fortsetzung).

Transformation der Bahnlage.

i, Ω, ω bezogen auf die Ekliptik
i′, Ω', ω' bezogen auf den Äquator.

Übergang von Ekliptik zu Äquator.

$$\cos\tfrac{1}{2}i'\sin\tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma)=\cos\tfrac{1}{2}(i-\varepsilon)\sin\tfrac{1}{2}\Omega$$
$$\cos\tfrac{1}{2}i'\cos\tfrac{1}{2}(\Omega'+\sigma)=\cos\tfrac{1}{2}(i+\varepsilon)\cos\tfrac{1}{2}\Omega$$
$$\sin\tfrac{1}{2}i'\sin\tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma)=\sin\tfrac{1}{2}(i-\varepsilon)\sin\tfrac{1}{2}\Omega$$
$$\sin\tfrac{1}{2}i'\cos\tfrac{1}{2}(\Omega'-\sigma)=\sin\tfrac{1}{2}(i+\varepsilon)\cos\tfrac{1}{2}\Omega$$
$$\omega'=\omega+\sigma$$
$$\pi'=\omega'+\Omega'$$

Übergang von Äquator zu Ekliptik.

$$\sin\tfrac{1}{2}i\sin\tfrac{1}{2}(\Omega+\sigma)=\sin\tfrac{1}{2}(i'+\varepsilon)\sin\tfrac{1}{2}\Omega'$$
$$\sin\tfrac{1}{2}i\cos\tfrac{1}{2}(\Omega+\sigma)=\sin\tfrac{1}{2}(i'-\varepsilon)\cos\tfrac{1}{2}\Omega'$$
$$\cos\tfrac{1}{2}i\sin\tfrac{1}{2}(\Omega-\sigma)=\cos\tfrac{1}{2}(i'+\varepsilon)\sin\tfrac{1}{2}\Omega'$$
$$\cos\tfrac{1}{2}i\cos\tfrac{1}{2}(\Omega-\sigma)=\cos\tfrac{1}{2}(i'-\varepsilon)\cos\tfrac{1}{2}\Omega'$$
$$\omega=\omega'-\sigma$$
$$\pi=\omega+\Omega$$

π, π' Länge des Perihels.

Übertragung der Bahnlage auf verschiedene Äquinoktien.

Die Größen mit Index o gelten für das mittlere Äquinox t_o
" " " " 1 " " " " " t_1
" " " " m " " " " " $\frac{t_o+t_1}{2}$

System der Ekliptik.

$$\Omega_1=\Omega_o+\{p-\pi\operatorname{cotg} i_m\sin(\Pi-\Omega_m)\}(t_1-t_o)$$
$$i_1=i_o-\pi\cos(\Pi-\Omega_m)(t_1-t_o)$$
$$\omega_1=\omega_o+\pi\operatorname{cosec} i_m\sin(\Pi-\Omega_m)(t_1-t_o)$$

System des Äquators.

$$\Omega'_1=\Omega'_o+\{m-n\operatorname{cotg} i'_m\cos\Omega'_m\}(t_1-t_o)$$
$$i'_1=i'_o-n\sin\Omega'_m(t_1-t_o)$$
$$\omega'_1=\omega'_o+n\cos\Omega'_m\operatorname{cosec} i'_m(t_1-t_o)$$

Die Werte p, π, Π, m, n werden mit dem Argument $\frac{1}{2}(t_o+t_1)$ der Tafel 37 (S. 138) entnommen. In erster Näherung setzt man statt der mit dem Index m versehenen Größen jene mit dem Index o ein.

67. Formeln zur theoretischen Astronomie (Schluß).

Heliozentrische Länge und Breite (l, b) aus dem Orte in der Bahn.

u Argument der Breite $u = \omega + v$

$$\begin{aligned} \cos b \cos(l - \Omega) &= \cos u \\ \cos b \sin(l - \Omega) &= \cos i \sin u \\ \sin b &= \sin i \sin u \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \operatorname{tg}(l - \Omega) &= \cos i \operatorname{tg} u \\ \operatorname{tg} b &= \operatorname{tg} i \sin(l - \Omega) \end{aligned}$$

Heliozentrische Koordinaten.

$$\begin{aligned} x' &= r \cos b \cos l \\ y' &= r \cos b \sin l \\ z' &= r \sin b \end{aligned}$$

Einige allgemeine Beziehungen in der elliptischen Bahn.

$$a = \frac{q}{1 - e}$$

$$\text{Apheldistanz} = a(1 + e) = q \frac{1 + e}{1 - e}$$

$U = a^{\frac{3}{2}}$ Siderische Jahre

$$\mu = \frac{k''}{a^{\frac{3}{2}}}$$

Sid. Jahr $= 365^{d}256\,360$
$[2.562\,5978]$
$\log k'' = 3.550\,0066$

68. Refraktionstafeln nach Radau's Theorie.

a) Normale Refraktion.

Bar. 760 mm Quecks. bei 0°, Lufttemp. 0°, Dampfspannung 6 mm, Geogr. Breite 45°, Seehöhe 0^m.

Scheinbare ZD	ϱ_0		Scheinbare ZD	ϱ_0		Scheinbare ZD	ϱ_0		Scheinbare ZD	ϱ_0	
0°	0′ 0″	1	40°	0′ 50″	2	64° 0′	2′ 3″	1	77° 0′	4′ 15″	3
1	1	1	41	52	2	20	4	2	10	18	4
2	2	1	42	54	2	40	6	2	20	22	3
3	3	1	43	56	2	65 0	8	2	30	25	4
4	4	1	44	0 58	2	20	10	2	40	29	4
5	0 5	1	45	1 0	2	40	12	2	50	33	3
6	6	1	46	2	2	66 0	2 14	2	78 0	4 36	4
7	7	1	47	4	3	20	16	3	10	40	4
8	8	2	48	7	2	40	19	2	20	44	4
9	10	1	49	9	3	67 0	21	2	30	48	4
10	0 11	1	50	1 12	2	20	23	2	40	52	4
11	12	1	51	14	3	40	25	3	50	4 56	5
12	13	1	52	17	3	68 0	2 28	2	79 0	5 1	4
13	14	1	53	20	3	20	30	3	10	5	5
14	15	1	54	23	3	40	33	2	20	10	5
15	0 16	1	55	1 26	3	69 0	35	3	30	15	5
16	17	1			3	20	38	3	40	20	5
17	18	2	56 0′	1 29	1	40	41	3	50	25	5
18	20	1	20	30	1	70 0	2 44	3	80 0	5 30	5
19	21	1	40	31	1	20	47	3	10	35	6
20	0 22	1	57 0	32	1	40	50	3	20	41	5
21	23	1	20	33	2	71 0	53	3	30	46	6
22	24	2	40	35	1	20	2 56	3	40	52	6
23	26	1	58 0	1 36	1	40	3 0	4	50	5 58	6
24	27	1	20	37	1	72 0	3 3	3	81 0	6 4	7
25	0 28	1	40	38	2	20	7	4	10	11	7
26	29	2	59 0	40	1	40	10	3	20	18	7
27	31	1	20	41	1	73 0	14	4	30	25	7
28	32	1	40	42	2	20	18	4	40	32	7
29	33	2	60 0	1 44	1	40	23	5	50	39	8
30	0 35	1	20	45	2	74 0	3 27	4	82 0	6 47	8
31	36	2	40	47	1	20	31	4	10	6 55	8
32	38	1	61 0	48	2	40	36	5	20	7 3	8
33	39	2	20	50	1	75 0	41	5	30	11	9
34	41	1	40	51	2	20	46	5	40	20	10
35	0 42	2	62 0	1 53	1	40	51	5	50	30	9
36	44	1	20	54	2	76 0	3 57	6	83 0	7 39	10
37	45	2	40	56	1	10	4 0	3	10	7 49	11
38	47	2	63 0	57	2	20	3	3	20	8 0	11
39	49	1	20	1 59	2	30	6	3	30	11	11
40	0 50		40	2 1	2	40	9	3	40	22	12
			64 0	2 3		50	12	3	50	34	12
						77 0	4 15		84 0	8 46	

68. Refraktionstafeln nach Radau's Theorie (Fortsetzung).

a) Normale Refraktion (Schluß).

Scheinbare ZD	ϱ_0		Scheinbare ZD	ϱ_0		Scheinbare ZD	ϱ_0		Scheinbare ZD	ϱ_0	
84° 0′	8′ 46″	13	86° 10′	12′ 36″	4	87° 30′	16′ 50″	8	88° 50′	24′ 18″	15
10	8 59	14	12	12 40	5	32	16 58	8	52	24 33	16
20	9 13	14	14	12 45	6	34	17 6	9	54	24 49	16
30	9 27	15	16	12 51	5	36	17 15	8	56	25 5	16
40	9 42	15	18	12 56	5	38	17 23	9	58	25 21	16
50	9 57	16	86 20	13 1	5	87 40	17 32	9	89 0	25 37	17
85 0	10 13	4	22	13 6	5	42	17 41	9	2	25 54	17
2	10 17	3	24	13 11	6	44	17 50	9	4	26 11	17
4	10 20	4	26	13 17	5	46	17 59	9	6	26 28	17
6	10 24	3	28	13 22	6	48	18 8	10	8	26 45	18
8	10 27	4	86 30	13 28	5	87 50	18 18	9	89 10	27 3	18
85 10	10 31	3	32	13 33	6	52	18 27	10	12	27 21	19
12	10 34	4	34	13 39	6	54	18 37	9	14	27 40	19
14	10 38	4	36	13 45	5	56	18 46	10	16	27 59	19
16	10 42	3	38	13 50	6	58	18 56	11	18	28 18	20
18	10 45	4	86 40	13 56	6	88 0	19 7	10	89 20	28 38	20
85 20	10 49	4	42	14 2	6	2	19 17	10	22	28 58	20
22	10 53	3	44	14 8	6	4	19 27	11	24	29 18	21
24	10 56	4	46	14 14	6	6	19 38	11	26	29 39	21
26	11 0	4	48	14 20	6	8	19 49	10	28	30 0	21
28	11 4	4	86 50	14 26	7	88 10	19 59	11	89 30	30 21	22
85 30	11 8	4	52	14 33	7	12	20 10	12	32	30 43	22
32	11 12	4	54	14 40	6	14	20 22	11	34	31 5	23
34	11 16	4	56	14 46	6	16	20 33	12	36	31 28	23
36	11 20	4	58	14 52	7	18	20 45	11	38	31 51	23
38	11 24	4	87 0	14 59	6	88 20	20 56	12	89 40	32 14	24
85 40	11 28	4	2	15 5	7	22	21 8	12	42	32 38	25
42	11 32	4	4	15 12	7	24	21 20	13	44	33 3	25
44	11 36	4	6	15 19	7	26	21 33	12	46	33 28	25
46	11 41	5	8	15 26	7	28	21 45	13	48	33 53	26
48	11 45	4	87 10	15 33	7	88 30	21 58	13	89 50	34 19	26
85 50	11 49	4	12	15 40	8	32	22 11	13	52	34 45	27
52	11 54	5	14	15 48	7	34	22 24	14	54	35 12	27
54	11 58	4	16	15 55	8	36	22 38	13	56	35 39	28
56	12 3	5	18	16 3	7	38	22 51	14	58	36 7	29
58	12 7	4	87 20	16 10	8	88 40	23 5	14	90 0	36 36	
86 0	12 12	5	22	16 18	8	42	23 19	14			
2	12 16	4	24	16 26	7	44	23 33	15			
4	12 21	5	26	16 33	8	46	23 48	15			
6	12 26	5	28	16 41	9	48	24 3	15			
8	12 31	5	87 30	16 50		88 50	24 18				
86 10	12 36										

$$d\varrho_T = \varrho_0 A \alpha\tau$$
$$\varrho' = \varrho_0 + d\varrho_T$$
$$d\varrho_B = \varrho' B \beta$$
$$\varrho = \varrho' + d\varrho_B$$

68. Refraktionstafeln nach Radau's Theorie (Fortsetzung).

b) Temperaturfaktor A.

Therm. C	A		Therm. C	A		Therm. C	A	
— 50°	+ 0.234	5	— 20°	+ 0.083	5	+ 10°	— 0.037	3
49	229	6	19	078	4	11	040	4
48	223	5	18	074	5	12	044	4
47	218	6	17	069	4	13	048	4
46	212	6	16	065	4	14	051	3
— 45	+ 0.206	5	— 15	+ 0.061	5	+ 15	— 0.054	4
44	201	5	14	056	4	16	058	3
43	196	6	13	052	4	17	061	4
42	190	5	12	048	4	18	065	3
41	185	5	11	044	4	19	068	3
— 40	+ 0.180	6	— 10	+ 0.040	4	+ 20	— 0.071	4
39	174	5	9	036	4	21	075	3
38	169	5	8	032	4	22	078	3
37	164	5	7	028	4	23	081	3
36	159	5	6	024	4	24	084	4
— 35	+ 0.154	5	— 5	+ 0.020	4	+ 25°	— 0.088	3
34	149	5	4	016	4	26	091	3
33	144	5	3	012	4	27	094	3
32	139	5	2	008	4	28	097	3
31	134	5	— 1	+ 0.004	4	29	100	4
— 30	+ 0.129	5	0	0.000	4	+ 30	— 0.104	3
29	124	4	+ 1	— 0.004	4	31	107	3
28	120	5	2	008	3	32	110	3
27	115	5	3	011	4	33	113	3
26	110	5	4	015	4	34	116	3
— 25	+ 0.105	4	+ 5	— 0.019	3	+ 35	— 0.119	3
24	101	5	6	022	4	36	122	3
23	096	4	7	026	4	37	125	3
22	092	5	8	030	3	38	128	3
21	087	4	9	033	4	39	131	3
— 20	+ 0.083		+ 10	— 0.037		+ 40	— 0.134	

$$d\varrho_T = \varrho_0 A \alpha \tau$$
$$\varrho' = \varrho_0 + d\varrho_T$$
$$d\varrho_B = \varrho' B \beta$$
$$\varrho = \varrho' + d\varrho_B$$

68. Refraktionstafeln nach Radau's Theorie (Fortsetzung).

c) Faktor α.

Scheinb. ZD	α	Scheinb. ZD	α	Scheinb. ZD	α	Scheinb. ZD	α
45°	1.000	70°	1.009	85° 0′	1.114	88° 0′	1.299
46	001	71	010	10	119	10	319
47	001	72	011	20	125	20	340
48	001	73	013	30	131	30	363
49	001	74	015	40	138	40	388
				50	145	50	415
50	1.002	75	1.017				
51	002	76	020	86 0	1.152	89 0	1.444
52	002	77	023	10	160	10	475
53	002	78	026	20	168	20	509
54	002	79	031	30	178	30	547
				40	188	40	587
55	1.002	80° 0′	1.037	50	198	50	630
56	003	30	041				
57	003	81 0	045	87 0	1.210	90 0	1.677
58	003	30	050	10	222		
59	003			20	235		
		82 0	1.055	30	249		
60	1.004	20	059	40	264		
61	004	40	064	50	281		
62	004	83 0	069				
63	004	20	074	88 0	1.299		
64	005	40	080				
65	1.005	84 0	1.087				
66	006	20	095				
67	007	40	104				
68	007	85 0	114				
69	008						
70°	1.009						

$$d\varrho_T = \varrho_0 A \alpha \tau$$
$$\varrho' = \varrho_0 + d\varrho_T$$
$$d\varrho_B = \varrho' B \beta$$
$$\varrho = \varrho' + d\varrho_B$$

d) Faktor τ.

Temp. C	Scheinbare Zenitdistanz										Temp. C
	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	90°	
— 48°	1.002	1.003	1.005	1.006	1.009	1.015	1.022	1.037	1.067	1.120	— 48°
— 40	002	003	004	005	008	012	018	030	053	095	— 40
— 32	002	002	003	004	006	009	014	023	041	072	— 32
— 24	1.001	1.001	1.002	1.003	1.004	1.006	1.010	1.016	1.029	1.051	— 24
— 16	001	001	001	002	003	004	006	011	019	032	— 16
— 8	000	000	000	001	001	002	003	005	009	015	— 8
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0
+ 8	1.000	0.999	0.999	0.999	0.999	0.998	0.997	0.995	0.992	0.986	+ 8
+ 16	0.999	999	999	998	998	996	994	991	984	972	+ 16
+ 24	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.995	0.992	0.987	0.977	0.960	+ 24
+ 32	999	998	998	997	996	993	989	982	970	949	+ 32
+ 40	0.999	0.998	0.997	0.996	0.995	0.991	0.987	0.979	0.964	0.938	+ 40

68. Refraktionstafeln nach Radau's Theorie (Schluß).

e) Luftdruckfaktor B.

Barometer	B	Barometer	B	Barometer	B
mm		mm		mm	
500	— 0.342	650	— 0.145	720	— 0.053
510	329	652	142	722	050
520	316	654	140	724	047
530	303	656	137	726	045
540	289	658	134	728	042
550	— 0.276	660	— 0.132	730	— 0.040
560	263	662	129	732	037
570	250	664	126	734	034
580	237	666	124	736	032
590	224	668	121	738	029
600	— 0.211	670	— 0.118	740	— 0.026
602	208	672	116	742	024
604	205	674	113	744	021
606	202	676	110	746	018
608	200	678	108	748	016
610	— 0.197	680	— 0.105	750	— 0.013
612	195	682	103	752	010
614	192	684	100	754	008
616	190	686	097	756	005
618	187	688	095	758	— 0.003
620	— 0.184	690	— 0.092	760	0.000
622	182	692	090	762	+ 0.003
624	179	694	087	764	005
626	176	696	084	766	008
628	174	698	082	768	010
630	— 0.171	700	— 0.079	770	+ 0.013
632	168	702	076	772	016
634	166	704	074	774	018
636	163	706	071	776	021
638	160	708	068	778	024
640	— 0.158	710	— 0.066	780	+ 0.026
642	155	712	063		
644	153	714	060		
646	150	716	058		
648	147	718	055		
650	— 0.145	720	— 0.053		

f) Faktor β.

ϱ'	β
0′	1.000
2	001
4	002
6	004
8	008
10	1.012
12	017
14	023
16	029
18	035
20	1.041
22	048
24	055
26	062
28	069
30	1.076
32	083
34	091
36	098
38	106
40	1.114

$$d\varrho_T = \varrho_o A \alpha \tau$$
$$\varrho' = \varrho_o + d\varrho_T$$
$$d\varrho_B = \varrho' B \beta$$
$$\varrho = \varrho' + d\varrho_B$$

69. Mittlere Extinktion.

a) Argument Wahre ZD.

Wahre ZD	Extinktion	Wahre ZD	Extinktion	Wahre ZD	Extinktion
	m		m		m
15°	0.00	40°	0.06	65°	0.32 2
16	00	41	07	66	34 2
17	01	42	07	67	36 3
18	01	43	08	68	39 3
19	01	44	08	69	42 3
20	0.01	45	0.09	70	0.45 3
21	01	46	09	71	48 4
22	01	47	10	72	52 4
23	01	48	11	73	56 4
24	02	49	11	74	60 5
25	0.02	50	0.12	75	0.65 5
26	02	51	13	76	70 6
27	02	52	14	77	76 6
28	02	53	15	78	82 8
29	03	54	16	79	90 8
30	0.03	55	0.17	80	0.98 9
31	03	56	18	81	1.07 11
32	03	57	19	82	1.18 14
33	04	58	20	83	1.32 17
34	04	59	22	84	1.49 23
35	0.04	60	0.23	85	1.72 32
36	05	61	25	86	2.04 44
37	05	62	26	87	2.48 62
38	05	63	28	88	3.10
39	06	64	30		
40	0.06	65	0.32		

b) Argument Scheinbare ZD.

Scheinbare ZD	Extinktion
	m
75°	0.65 6
76	71 6
77	77 6
78	83 8
79	91 8
80	0.99 9
81	1.08 11
82	1.19 14
83	1.33 19
84	1.52 25
85	1.77 35
86	2.12 49
87	2.61 72
88	3.33

70. Photometrische Größenklassen und Intensitäten.

M	J		M	J		M	J	
m			m			m		
— 4.0	39.81	14.69	5.0	0.01 000	88	9.0	0.000 251	42
— 3.5	25.12	9.27	1	00 912	80	2	000 209	35
— 3.0	15.85	5.85	2	00 832	73	4	000 174	29
— 2.5	10.00	3.69	3	00 759	67	6	000 145	25
— 2.0	6.31	2.33	4	00 692	61	9.8	000 120	20
— 1.5	3.98	1.47	5	00 631	56	10.0	0.000 100	
— 1.0	2.51	0.93	6	00 575	50	2	000 083	17
— 0.5	1.58	0.58	7	00 525	46	4	000 069	14
0.0	1.000	168	8	00 479	43	6	000 058	11
2	0.832	140	5.9	00 436	38	10.8	000 048	10
4	692	117	6.0	0.00 398				8
6	575	96	1	00 363	35	11.0	0.000 040	7
0.8	479	81	2	00 331	32	2	000 033	5
1.0	0.398	67	3	00 302	29	4	000 028	5
2	331	56	4	00 275	27	6	000 023	4
4	275	46	5	00 251	24	11.8	000 019	3
6	229	38	6	00 229	22	12.0	0.000 016	
1.8	191	33	7	00 209	20	2	000 013	3
2.0	0.158	26	8	00 191	18	4	000 011	2
2	132	22	6.9	00 174	17	6	000 009	2
4	110	19	7.0	0.00 158	16	12.8	000 008	1
6	091	15	1	00 145	13	13.0	0.000 006	2
2.8	076	13	2	00 132	13	2	000 005	1
3.0	0.0631	106	3	00 120	12	4	000 004	1
2	0525	88	4	00 110	10	6	000 004	0
4	0437	74	5	00 100	10	13.8	000 003	1
6	0363	61	6	00 091	9	14.0	0.000 003	0
3.8	0302	51	7	00 083	8	2	000 002	1
4.0	0.0251	42	8	00 076	7	4	000 002	0
2	0209	35	7.9	00 069	7	6	000 001	1
4	0174	29	8.0	0.00 063	6	14.8	000 001	0
6	0145	25	2	00 052	11	15.0	0.000 001	0
4.8	0120	20	4	00 044	8			
5.0	0.0100		6	00 036	8			
			8.8	00 030	6			
			9.0	0.00 025	5			

$$J = \frac{1}{2.512^{M}} \qquad \log J = -M \cdot 0.400 \qquad M = -2.5 \log J$$

71. Reduktion beobachteter Zeiten auf die Sonne. Scheinbare Sonnenlänge.

Mittl. Mittag Greenw. G	S	⊙		log (8.308 · R)		Mittl. Mittag Greenw.	⊙		log (8.308 · R)	
Jan. 0	1	279°26		0.9122		Juli 19	115°99		0.9265	
			10°20		1			9°55		4
10	11	289.46		9123		29	125.54		9261	
			10.18		2			9.57		6
20	21	299.64		9125		Aug. 8	135.11		9255	
			10.17		5			9.61		8
30	31	309.81		9130		18	144.72		9247	
			10.13		7			9.64		9
Febr. 9	10	319.94		9137		28	154.36		9238	
			10.11		9			9.68		10
19	20	330.05		0.9146		Sept. 7	164.04		0.9228	
			10.05		10			9.74		12
März 1	1	340.10		9156		17	173.78		9216	
			10.01		12			9.78		12
11		350.11		9168		27	183.56		9204	
			9.95		12			9.85		12
21		0.06		9180		Okt. 7	193.41		9192	
			9.90		12			9.90		13
31		9.96		9192		17	203.31		9179	
			9.84		12			9.95		12
Apr. 10		19.80		0.9204		27	213.26		0.9167	
			9.79		12			10.01		11
20		29.59		9216		Nov. 6	223.27		9156	
			9.73		12			10.06		10
30		39.32		9228		16	233.33		9146	
			9.69		10			10.10		9
Mai 10		49.01		9238		26	243.43		9137	
			9.64		9			10.14		7
20		58.65		9247		Dez. 6	253.57		9130	
			9.60		8			10.17		5
30		68.25		0.9255		16	263.74		0.9125	
			9.57		6			10.18		2
Juni 9		77.82		9261		26	273.92		9123	
			9.56		4			10.19		1
19		87.38		9265		36	284.11		9122	
			9.53		2					
29		96.91		9267						
			9.54		0					
Juli 9		106.45		9267						
			9.54		2					
19		115.99		0.9265						

Helioz. Zeit — Geoz. Zeit = $-\overset{m}{8.308} \cdot R \cos\beta \cos(\odot - \lambda)$

G Gemeinjahr S Schaltjahr

Die Jahresverbesserung k siehe Tafel 1c, S. 74.

72. Dreistellige Logarithmentafel.

a) Additions- und Subtraktionslogarithmen.

A	B o	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7.	0,000	.001	.001	.001	.001	.001	.002	.002	.003	.003
8.0	0,004	.004	.005	.005	.005	.005	.005	.005	.005	.005
8.1	005	.006	.006	.006	.006	.006	.006	.006	.007	.007
8.2	.007	.007	.007	.007	.007	.008	.008	.008	.008	.008
8.3	.009	.009	.009	.009	.009	.010	.010	.010	.010	.011
8.4	.011	.011	.011	.012	.012	.012	.012	.013	.013	.013
8.5	0,014	.014	.014	.014	.015	.015	.015	.016	.016	.017
8.6	.017	.017	.018	.018	.019	.019	.019	.020	.020	.021
8.7	.021	.022	.022	.023	.023	.024	.024	.025	.025	.026
8.8	.027	.027	.028	.028	.029	.030	.030	.031	.032	.032
8.9	.033	.034	.035	.035	.036	.037	.038	.039	.040	.040
9.0	0.041	.042	.043	.044	.045	.046	.047	.048	.049	.050
9.1	.051	.053	.054	.055	.056	.057	.059	.060	.061	.063
9.2	.064	.065	.067	.068	.070	.071	.073	.074	.076	.077
9.3	.079	.081	.082	.084	.086	.088	.090	.091	.093	.095
9.4	.097	.099	.101	.104	.106	.108	.110	.112	.115	.117
9.5	0.119	.122	.124	.127	.129	.132	.135	.137	.140	.143
9.6	.146	.148	.151	.154	.157	.160	.163	.167	.170	.173
9.7	.176	.180	.183	.187	.190	.194	.197	.201	.205	.209
9.8	.212	.216	.220	.224	.228	.232	.237	.241	.245	.250
9.9	254	.258	.263	.267	.272	.277	.281	.286	.291	.296
0.0	0.301	.306	.311	.316	.321	.327	.332	.337	.343	.348
0.1	.354	.360	.365	.371	.377	.382	.388	.394	.400	.406
0.2	.412	.419	.425	.431	.437	.444	.450	.457	.463	.470
0.3	.476	.483	.490	.497	.503	.510	.517	.524	.531	.538
0.4	.546	.553	.560	.567	.575	.582	.589	.597	.604	.612
0.5	0.619	.627	.635	.642	.650	.658	.666	.674	.681	.689
0.6	.697	.705	.713	.721	.730	.738	.746	.754	.762	.771
0.7	.779	.787	.796	.804	.813	.821	.830	.838	.847	.855
0.8	.864	.873	.881	.890	.899	.907	.916	.925	.934	.943
0.9	.951	.960	.969	.978	.987	.996	*.005	*.014	*.023	*.032
1.0	1.041	.050	.060	.069	.078	.087	.096	.105	.115	.124
1.1	.133	.142	.152	.161	.170	.180	.189	.198	.208	.217
1.2	.227	.236	.245	.255	.264	.274	.283	.293	.302	.312
1.3	.321	.331	.340	.350	.359	.369	.379	.388	.398	.407
1.4	.417	.427	.436	.446	.455	.465	.475	.484	.494	.504
1.5	1.514	.523	.533	.543	.552	.562	.572	.582	.591	.601
1.6	.611	.621	.630	.640	.650	.660	.669	.679	.689	.699
1.7	.709	.718	.728	.738	.748	.758	.767	.777	.787	.797
1.8	.807	.817	.827	.836	.846	.856	.866	.876	.886	.896
1.9	.905	.915	.925	.935	.945	.955	.965	.975	.985	.994
2.	2.004	.103	.203	.302	.402	.501	.601	.701	.801	.901
3.	3.000									
A	B o	1	2	3	4	5	6	7	8	9

$\log a - \log b = A$ $\qquad$ $\log a - \log b = B$

$\log (a + b) = \log b + B$ $\qquad$ $\log (a - b) = \log b + A$

$\mathrm{cpl} \log a = B$

$\log (1 - a) = \log a + A$

72. Dreistellige Logarithmentafel.

b) Logarithmen der Zahlen.

N.	L. 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	.000	.004	.009	.013	.017	.021	.025	.029	.033	.037
11	.041	.045	.049	.053	.057	.061	.064	.068	.072	.076
12	.079	.083	.086	.090	.093	.097	.100	.104	.107	.111
13	.114	.117	.121	.124	.127	.130	.134	.137	.140	.143
14	.146	.149	.152	.155	.158	.161	.164	.167	.170	.173
15	.176	.179	.182	.185	.188	.190	.193	.196	.199	.201
16	.204	.207	.210	.212	.215	.217	.220	.223	.225	.228
17	.230	.233	.236	.238	.241	.243	.246	.248	.250	.253
18	.255	.258	.260	.262	.265	.267	.270	.272	.274	.276
19	.279	.281	.283	.286	.288	.290	.292	.294	.297	.299
20	.301	.303	.305	.307	.310	.312	.314	.316	.318	.320
21	.322	.324	.326	.328	.330	.332	.334	.336	.338	.340
22	.342	.344	.346	.348	.350	.352	.354	.356	.358	.360
23	.362	.364	.365	.367	.369	.371	.373	.375	.377	.378
24	.380	.382	.384	.386	.387	.389	.391	.393	.394	.396
25	.398	.400	.401	.403	.405	.407	.408	.410	.412	.413
26	.415	.417	.418	.420	.422	.423	.425	.427	.428	.430
27	.431	.433	.435	.436	.438	.439	.441	.442	.444	.446
28	.447	.449	.450	.452	.453	.455	.456	.458	.459	.461
29	.462	.464	.465	.467	.468	.470	.471	.473	.474	.476
30	.477	.479	.480	.481	.483	.484	.486	.487	.489	.490
31	.491	.493	.494	.496	.497	.498	.500	.501	.502	.504
32	.505	.507	.508	.509	.511	.512	.513	.515	.516	.517
33	.519	.520	.521	.522	.524	.525	.526	.528	.529	.530
34	.531	.533	.534	.535	.537	.538	.539	.540	.542	.543
35	.544	.545	.547	.548	.549	.550	.551	.553	.554	.555
36	.556	.558	.559	.560	.561	.562	.563	.565	.566	.567
37	.568	.569	.571	.572	.573	.574	.575	.576	.577	.579
38	.580	.581	.582	.583	.584	.585	.587	.588	.589	.590
39	.591	.592	.593	.594	.595	.597	.598	.599	.600	.601
40	.602	.603	.604	.605	.606	.607	.609	.610	.611	.612
41	.613	.614	.615	.616	.617	.618	.619	.620	.621	.622
42	.623	.624	.625	.626	.627	.628	.629	.630	.631	.632
43	.633	.634	.635	.636	.637	.638	.639	.640	.641	.642
44	.643	.644	.645	.646	.647	.648	.649	.650	.651	.652
45	.653	.654	.655	.656	.657	.658	.659	.660	.661	.662
46	.663	.664	.665	.666	.667	.667	.668	.669	.670	.671
47	.672	.673	.674	.675	.676	.677	.678	.679	.679	.680
48	.681	.682	.683	.684	.685	.686	.687	.688	.688	.689
49	.690	.691	.692	.693	.694	.695	.695	.696	.697	.698
50	.699	.700	.701	.702	.702	.703	.704	.705	.706	.707
51	.708	.708	.709	.710	.711	.712	.713	.713	.714	.715
52	.716	.717	.718	.719	.719	.720	.721	.722	.723	.723
53	.724	.725	.726	.727	.728	.728	.729	.730	.731	.732
54	.732	.733	.734	.735	.736	.736	.737	.738	.739	.740

N.	L. 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

72. Dreistellige Logarithmentafel.

b) Logarithmen der Zahlen (Schluß).

N.	L. 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	.740	.741	.742	.743	.744	.744	.745	.746	.747	.747
56	.748	.749	.750	.751	.751	.752	.753	.754	.754	.755
57	.756	.757	.757	.758	.759	.760	.760	.761	.762	.763
58	.763	.764	.765	.766	.766	.767	.768	.769	.769	.770
59	.771	.772	.772	.773	.774	.775	.775	.776	.777	.777
60	.778	.779	.780	.780	.781	.782	.782	.783	.784	.785
61	.785	.786	.787	.787	.788	.789	.790	.790	.791	.792
62	.792	.793	.794	.794	.795	.796	.797	.797	.798	.799
63	.799	.800	.801	.801	.802	.803	.803	.804	.805	.806
64	.806	.807	.808	.808	.809	.810	.810	.811	.812	.812
65	.813	.814	.814	.815	.816	.816	.817	.818	.818	.819
66	.820	.820	.821	.822	.822	.823	.823	.824	.825	.825
67	.826	.827	.827	.828	.829	.829	.830	.831	.831	.832
68	.833	.833	.834	.834	.835	.836	.836	.837	.838	.838
69	.839	.839	.840	.841	.841	.842	.843	.843	.844	.844
70	.845	.846	.846	.847	.848	.848	.849	.849	.850	.851
71	.851	.852	.852	.853	.854	.854	.855	.856	.856	.857
72	.857	.858	.859	.859	.860	.860	.861	.862	.862	.863
73	.863	.864	.865	.865	.866	.866	.867	.867	.868	.869
74	.869	.870	.870	.871	.872	.872	.873	.873	.874	.874
75	.875	.876	.876	.877	.877	.878	.879	.879	.880	.880
76	.881	.881	.882	.883	.883	.884	.884	.885	.885	.886
77	.886	.887	.888	.888	.889	.889	.890	.890	.891	.892
78	.892	.893	.893	.894	.894	.895	.895	.896	.897	.897
79	.898	.898	.899	.899	.900	.900	.901	.901	.902	.903
80	.903	.904	.904	.905	.905	.906	.906	.907	.907	.908
81	.908	.909	.910	.910	.911	.911	.912	.912	.913	.913
82	.914	.914	.915	.915	.916	.916	.917	.918	.918	.919
83	.919	.920	.920	.921	.921	.922	.922	.923	.923	.924
84	.924	.925	.925	.926	.926	.927	.927	.928	.928	.929
85	.929	.930	.930	.931	.931	.932	.932	.933	.933	.934
86	.934	.935	.936	.936	.937	.937	.938	.938	.939	.939
87	.940	.940	.941	.941	.942	.942	.943	.943	.943	.944
88	.944	.945	.945	.946	.946	.947	.947	.948	.948	.949
89	.949	.950	.950	.951	.951	.952	.952	.953	.953	.954
90	.954	.955	.955	.956	.956	.957	.957	.958	.958	.959
91	.959	.960	.960	.960	.961	.961	.962	.962	.963	.963
92	.964	.964	.965	.965	.966	.966	.967	.967	.968	.968
93	.968	.969	.969	.970	.970	.971	.971	.972	.972	.973
94	.973	.974	.974	.975	.975	.975	.976	.976	.977	.977
95	.978	.978	.979	.979	.980	.980	.980	.981	.981	.982
96	.982	.983	.983	.984	.984	.985	.985	.985	.986	.986
97	.987	.987	.988	.988	.989	.989	.989	.990	.990	.991
98	.991	.992	.992	.993	.993	.993	.994	.994	.995	.995
99	.996	.996	.997	.997	.997	.998	.998	.999	.999	.000
N.	L. 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

72. Dreistellige Logarithmentafel.

c) Logarithmen der trigonometrischen Funktionen.

	sin		tang		cotg	cos	
0°0	—		—		—	0.000	90°0
0.2	7.543	301	7.543	301	2.457	0.000	89.8
4	7.844	176	7.844	176	2.156	0.000	6
6	8.020	125	8.020	125	1.980	0.000	4
0.8	8.145	97	8.145	97	1.855	0.000	89.2
1.0	8.242	79	8.242	79	1.758	0.000	89.0
1.2	8.321	67	8.321	67	1.679	0.000	88.8
4	8.388	58	8.388	58	1.612	0.000	6
6	8.446	51	8.446	51	1.554	0.000	4
1.8	8.497	46	8.497	46	1.503	0.000	88.2
2.0	8.543	41	8.543	42	1.457	0.000	88.0
2.2	8.584	38	8.585	37	1.415	0.000	87.8
4	8.622	35	8.622	35	1.378	0.000	6
6	8.657	32	8.657	32	1.343	0.000	4
2.8	8.689	30	8.689	30	1.311	9.999	87.2
3.0	8.719	28	8.719	28	1.281	9.999	87.0
3.2	8.747	26	8.747	27	1.253	9.999	86.8
4	8.773	25	8.774	25	1.226	9.999	6
6	8.798	23	8.799	23	1.201	9.999	4
3.8	8.821	23	8.822	23	1.178	9.999	86.2
4.0	8.844	21	8.845	21	1.155	9.999	86.0
4.2	8.865	20	8.866	20	1.134	9.999	85.8
4	8.885	19	8.886	20	1.114	9.999	6
6	8.904	19	8.906	18	1.094	9.999	4
4.8	8.923	17	8.924	18	1.076	9.998	85.2
5.0	8.940	17	8.942	17	1.058	9.998	85.0
5.2	8.957	17	8.959	17	1.041	9.998	84.8
4	8.974	15	8.976	15	1.024	9.998	6
6	8.989	16	8.991	16	1.009	9.998	4
5.8	9.005	14	9.007	15	0.993	9.998	84.2
6.0	9.019	14	9.022	14	0.978	9.998	84.0
6.2	9.033	14	9.036	14	0.964	9.997	83.8
4	9.047	13	9.050	13	0.950	9.997	6
6	9.060	13	9.063	13	0.937	9.997	4
6.8	9.073	13	9.076	13	0.924	9.997	83.2
7.0	9.086	12	9.089	13	0.911	9.997	83.0
7.2	9.098	12	9.102	12	0.898	9.997	82.8
4	9.110	11	9.114	11	0.886	9.996	6
6	9.121	12	9.125	12	0.875	9.996	4
7.8	9.133	11	9.137	11	0.863	9.996	82.2
8.0	9.144	10	9.148	11	0.852	9.996	82.0
8.2	9.154	11	9.159	10	0.841	9.996	81.8
4	9.165	10	9.169	11	0.831	9.995	6
6	9.175	10	9.180	10	0.820	9.995	4
8.8	9.185	9	9.190	10	0.810	9.995	81.2
9.0	9.194	10	9.200	9	0.800	9.995	81.0
9.2	9.204	9	9.209	10	0.791	9.994	80.8
4	9.213	9	9.219	9	0.781	9.994	6
6	9.222	9	9.228	9	0.772	9.994	4
9.8	9.231	9	9.237	9	0.763	9.994	80.2
10.0	9.240		9.246		0.754	9.993	80.0
	cos		cotg		tang	sin	

	sin		tang		cotg	cos	
10°0	9.240	8	9.246	9	0.754	9.993	80°0
10.2	9.248	9	9.255	8	0.745	9.993	79.8
4	9.257	8	9.264	8	0.736	9.993	6
6	9.265	8	9.272	8	0.728	9.993	4
10.8	9.273	8	9.280	9	0.720	9.992	79.2
11.0	9.281	7	9.289	8	0.711	9.992	79.0
11.2	9.288	8	9.297	8	0.703	9.992	78.8
4	9.296	7	9.305	7	0.695	9.991	6
6	9.303	8	9.312	8	0.688	9.991	4
11.8	9.311	7	9.320	7	0.680	9.991	78.2
12.0	9.318	7	9.327	8	0.673	9.990	78.0
12.2	9.325	7	9.335	7	0.665	9.990	77.8
4	9.332	7	9.342	7	0.658	9.990	6
6	9.339	6	9.349	7	0.651	9.989	4
12.8	9.345	7	9.356	7	0.644	9.989	77.2
13.0	9.352	7	9.363	7	0.637	9.989	77.0
13.2	9.359	6	9.370	7	0.630	9.988	76.8
4	9.365	6	9.377	7	0.623	9.988	6
6	9.371	7	9.384	6	0.616	9.988	4
13.8	9 378	6	9.390	7	0.610	9.987	76.2
14.0	9.384	6	9.397	6	0.603	9.987	76.0
14.2	9.390	6	9.403	7	0.597	9.987	75.8
4	9.396	6	9.410	6	0.590	9.986	6
6	9.402	5	9.416	6	0.584	9.986	4
14.8	9.407	6	9.422	6	0.578	9.985	75.2
15.0	9.413	6	9.428	6	0.572	9.985	75.0
15.2	9.419	5	9.434	6	0.566	9.985	74.8
4	9.424	6	9.440	6	0.560	9.984	6
6	9.430	5	9.446	6	0.554	9.984	4
15.8	9.435	5	9.452	5	0.548	9.983	74.2
16.0	9.440	6	9.457	6	0.543	9.983	74.0
16.2	9.446	5	9.463	6	0.537	9.982	73.8
4	9.451	5	9.469	5	0.531	9.982	6
6	9.456	5	9.474	6	0.526	9.982	4
16.8	9.461	5	9.480	5	0.520	9.981	73.2
17.0	9.466	5	9.485	6	0.515	9.981	73.0
17.2	9.471	5	9.491	5	0.509	9.980	72.8
4	9.476	5	9.496	5	0.504	9.980	6
6	9.481	5	9.501	5	0.499	9.979	4
17.8	9.485	4	9.507	6	0.493	9.979	72.2
18.0	9.490	5	9.512	5	0.488	9.978	72.0
18.2	9.495	5	9.517	5	0.483	9.978	71.8
4	9.499	4	9.522	5	0.478	9.977	6
6	9.504	5	9.527	5	0.473	9.977	4
18.8	9.508	4	9.532	5	0.468	9.976	71.2
19.0	9.513	5	9.537	5	0.463	9.976	71.0
19.2	9.517	4	9.542	5	0.458	9.975	70.8
4	9.521	4	9.547	5	0.453	9.975	6
6	9.526	5	9.552	5	0.448	9.974	4
19.8	9.530	4	9.556	4	0.444	9.974	70.2
20.0	9.534	4	9.561	5	0.439	9.973	70.0
	cos		cotg		tang	sin	

72. Dreistellige Logarithmentafel.

c) Logarithmen der trigonometrischen Funktionen (Fortsetzung).

	sin	tang	cotg	cos			sin	tang	cotg	cos	
20°0	9.534	9.561	0.439	9.973	**70°0**	**30°0**	9.699	9.761	0.239	9.938	**60°0**
20.2	9.538	9.566	0.434	9.972	69.8	30.2	9.702	9.765	0.235	9.937	59.8
4	9.542	9.570	0.430	9.972	6	4	9.704	9.768	0.232	9.936	6
6	9.546	9.575	0.425	9.971	4	6	9.707	9.772	0.228	9.935	4
20.8	9.550	9.580	0.420	9.971	69.2	30.8	9.709	9.775	0.225	9.934	59.2
21.0	9.554	9.584	0.416	9.970	**69.0**	**31.0**	9.712	9.779	0.221	9.933	**59.0**
21.2	9.558	9.589	0.411	9.970	68.8	31.2	9.714	9.782	0.218	9.932	58.8
4	9.562	9.593	0.407	9.969	6	4	9.717	9.786	0.214	9.931	6
6	9.566	9.598	0.402	9.968	4	6	9.719	9.789	0.211	9.930	4
21.8	9.570	9.602	0.398	9.968	68.2	31.8	9.722	9.792	0.208	9.929	58.2
22.0	9.574	9.606	0.394	9.967	**68.0**	**32.0**	9.724	9.796	0.204	9.928	**58.0**
22.2	9.577	9.611	0.389	9.967	67.8	32.2	9.727	9.799	0.201	9.927	57.8
4	9.581	9.615	0.385	9.966	6	4	9.729	9.803	0.197	9.927	6
6	9.585	9.619	0.381	9.965	4	6	9.731	9.806	0 194	9.926	4
22.8	9.588	9.624	0.376	9.965	67.2	32.8	9.734	9.809	0.191	9.925	57.2
23.0	9.592	9.628	0.372	9.964	**67.0**	**33.0**	9.736	9.813	0.187	9.924	**57.0**
23.2	9.595	9.632	0.368	9.963	66.8	33.2	9.738	9.816	0.184	9.923	56.8
4	9.599	9.636	0.364	9.963	6	4	9.741	9.819	0.181	9.922	6
6	9.602	9.640	0.360	9 962	4	6	9.743	9.822	0.178	9.921	4
23.8	9.606	9.644	0.356	9.961	66.2	33.8	9.745	9.826	0.174	9.920	56.2
24.0	9.609	9.649	0.351	9.961	**66.0**	**34.0**	9.748	9.829	0.171	9.919	**56.0**
24.2	9.613	9.653	0.347	9.960	65.8	34.2	9.750	9.832	0.168	9.918	55.8
4	9.616	9.657	0.343	9.959	6	4	9.752	9.836	0.164	9.917	6
6	9.619	9.661	0.339	9.959	4	6	9.754	9.839	0.161	9.915	4
24.8	9.623	9.665	0.335	9.958	65.2	34.8	9.756	9.842	0.158	9.914	55.2
25.0	9.626	9.669	0.331	9.957	**65.0**	**35.0**	9.759	9.845	0.155	9.913	**55.0**
25.2	9.629	9.673	0.327	9.957	64.8	35.2	9.761	9.848	0.152	9.912	54.8
4	9.632	9.677	0.323	9.956	6	4	9.763	9.852	0.148	9.911	6
6	9.636	9.680	0.320	9.955	4	6	9.765	9 855	0.145	9.910	4
25.8	9.639	9.684	0.316	9.954	64.2	35.8	9.767	9.858	0.142	9.909	54.2
26.0	9.642	9.688	0.312	9.954	**64.0**	**36.0**	9.769	9.861	0.139	9.908	**54.0**
26.2	9.645	9.692	0.308	9.953	63.8	36.2	9.771	9.864	0.136	9.907	53.8
4	9.648	9.696	0.304	9.952	6	4	9.773	9.868	0.132	9.906	6
6	9.651	9.700	0.300	9 951	4	6	9.775	9.871	0.129	9.905	4
26.8	9.654	9.703	0.297	9.951	63.2	36.8	9.777	9.874	0.126	9.903	53.2
27.0	9.657	9.707	0.293	9.950	**63.0**	**37.0**	9.779	9.877	0.123	9.902	**53.0**
27.2	9.660	9.711	0.289	9.949	62.8	37.2	9.781	9.880	0.120	9.901	52.8
4	9.663	9.715	0.285	9.948	6	4	9.783	9.883	0.117	9.900	6
6	9.666	9.718	0.282	9.948	4	6	9.785	9.887	0.113	9.899	4
27.8	9.669	9.722	0.278	9.947	62.2	37.8	9.787	9.890	0.110	9.898	52.2
28.0	9.672	9.726	0.274	9.946	**62.0**	**38.0**	9.789	9.893	0.107	9.897	**52.0**
28.2	9.674	9.729	0.271	9.945	61.8	38.2	9.791	9.896	0.104	9.895	51.8
4	9.677	9.733	0.267	9.944	6	4	9.793	9.899	0.101	9.894	6
6	9.680	9.737	0.263	9.943	4	6	9.795	9.902	0.098	9.893	4
28.8	9.683	9.740	0.260	9.943	61.2	38.8	9.797	9.905	0.095	9.892	51.2
29.0	9.686	9.744	0.256	9.942	**61.0**	**39.0**	9.799	9.908	0.092	9.891	**51.0**
29.2	9.688	9.747	0.253	9.941	60.8	39.2	9.801	9.911	0.089	9.889	50.8
4	9.691	9.751	0.249	9.940	6	4	9.803	9.915	0.085	9.888	6
6	9.694	9.754	0.246	9.939	4	6	9.804	9.918	0.082	9.887	4
29.8	9.696	9.758	0.242	9.938	60.2	39.8	9.806	9.921	0.079	9.886	50.2
30.0	9.699	9.761	0.239	9.938	**60.0**	**40.0**	9.808	9.924	0.076	9.884	**50.0**
	cos	cotg	tang	sin			cos	cotg	tang	sin	

72. Dreistellige Logarithmentafel.

c) Logarithmen der trigonometrischen Funktionen (Schluß).

	sin	tang	cotg	cos	
40°0	9.808	9.924	0.076	9.884	**50°0**
40.2	9.810	9.927	0.073	9.883	49.8
4	9.812	9.930	0.070	9.882	6
6	9.813	9.933	0.067	9.880	4
40.8	9.815	9.936	0.064	9.879	49.2
41.0	9.817	9.939	0.061	9.878	**49.0**
41.2	9.819	9.942	0.058	9.876	48.8
4	9.820	9.945	0.055	9.875	6
6	9.822	9.948	0.052	9.874	4
41.8	9.824	9.951	0.049	9.872	48.2
42.0	9.826	9.954	0.046	9.871	**48.0**
42.2	9.827	9.957	0.043	9.870	47.8
4	9.829	9.961	0.039	9.868	6
6	9.831	9.964	0.036	9.867	4
42.8	9.832	9.967	0.033	9.866	47.2
43.0	9.834	9.970	0.030	9.864	**47.0**
43.2	9.835	9.973	0.027	9.863	46.8
4	9.837	9.976	0.024	9.861	6
6	9.839	9.979	0.021	9.860	4
43.8	9.840	9.982	0.018	9.858	46.2
44.0	9.842	9.985	0.015	9.857	**46.0**
44.2	9.843	9.988	0.012	9.855	45.8
4	9.845	9.991	0.009	9.854	6
6	9.846	9.994	0.006	9.852	4
44.8	9.848	9.997	0.003	9.851	45.2
45.0	9.849	0.000	0.000	9.849	**45.0**
	cos	cotg	tang	sin	

72. Dreistellige Logarithmentafel.

d) Logarithmen der trigonometrischen Funktionen der in Zeit ausgedrückten Winkel.

0^h	sin	tang	cotg	cos	5^h	0^h	sin	tang	cotg	cos	5^h
0^m	—	—	—	0.000	60^m	30^m	9.116	9.119	0.881	9.996	30^m
1	7.640 301	7.640 301	2.360	0.000	59	31	9.130 14	9.134 15	0.866	9.996	29
2	7.941 176	7.941 176	2.059	0.000	58	32	9.144 14	9.148 14	0.852	9.996	28
3	8.117 125	8.117 125	1.883	0.000	57	33	9.157 13	9.161 13	0.839	9.995	27
4	8.242 97	8.242 97	1.758	0.000	56	34	9.170 12	9.174 13	0.826	9.995	26
5	8.339 79	8.339 79	1.661	0.000	55	35	9.182 12	9.187 13	0.813	9.995	25
6	8.418 67	8.418 67	1.582	0.000	54	36	9.194 12	9.200 13	0.800	9.995	24
7	8.485 58	8.485 58	1.515	0.000	53	37	9.206 12	9.212 12	0.788	9.994	23
8	8.543 51	8.543 51	1.457	0.000	52	38	9.218 11	9.224 12	0.776	9.994	22
9	8.594 46	8.594 46	1.406	0.000	51	39	9.229 11	9.235 11	0.765	9.994	21
10	8.640 41	8.640 42	1.360	0.000	50	40	9.240 10	9.246 11	0.754	9.993	20
11	8.681 38	8.682 37	1.318	9.999	49	41	9.250 11	9.257 11	0.743	9.993	19
12	8.719 35	8.719 35	1.281	9.999	48	42	9.261 10	9.268 10	0.732	9.993	18
13	8.754 32	8.754 32	1.246	9.999	47	43	9.271 10	9.278 11	0.722	9.992	17
14	8.786 30	8.786 31	1.214	9.999	46	44	9.281 9	9.289 10	0.711	9.992	16
15	8.816 28	8.817 28	1.183	9.999	45	45	9.290 10	9.299 9	0.701	9.992	15
16	8.844 26	8.845 26	1.155	9.999	44	46	9.300 9	9.308 10	0.692	9.991	14
17	8.870 25	8.871 25	1.129	9.999	43	47	9.309 9	9.318 9	0.682	9.991	13
18	8.895 23	8.896 24	1.104	9.999	42	48	9.318 9	9.327 10	0.673	9.990	12
19	8.918 22	8.920 22	1.080	9.999	41	49	9.327 8	9.337 9	0.663	9.990	11
20	8.940 21	8.942 21	1.058	9.998	40	50	9.335 9	9.346 9	0.654	9.990	10
21	8.961 21	8.963 21	1.037	9.998	39	51	9.344 8	9.355 8	0.645	9.989	9
22	8.982 19	8.984 19	1.016	9.998	38	52	9.352 8	9.363 9	0.637	9.989	8
23	9.001 18	9.003 19	0.997	9.998	37	53	9.360 8	9.372 8	0.628	9.988	7
24	9.019 18	9.022 17	0.978	9.998	36	54	9.368 8	9.380 9	0.620	9.988	6
25	9.037 17	9.039 18	0.961	9.997	35	55	9.376 8	9.389 8	0.611	9.987	5
26	9.054 16	9.057 16	0.943	9.997	34	56	9.384 7	9.397 8	0.603	9.987	4
27	9.070 16	9.073 16	0.927	9.997	33	57	9.391 8	9.405 8	0.595	9.986	3
28	9.086 16	9.089 16	0.911	9.997	32	58	9.399 7	9.413 7	0.587	9.986	2
29	9.101 15	9.105 14	0.895	9.997	31	59	9.406 7	9.420 8	0.580	9.985	1
30	9.116	9.119	0.881	9.996	30	60	9.413	9.428	0.572	9.985	0
0^h	cos	cotg	tang	sin	5^h	0^h	cos	cotg	tang	sin	5^h

72. Dreistellige Logarithmentafel.

d) Logarithmen der trigonometrischen Funktionen der in Zeit ausgedrückten Winkel (Fortsetzung).

1^h	sin	tang	cotg	cos	4^h	1^h	sin	tang	cotg	cos	4^h
0^m	9.413	9.428	0.572	9.985	60^m	30^m	9.583	9.617	0.383	9.966	30^m
1	9.420	9.436	0.564	9.984	59	31	9.587	9.623	0.377	9.965	29
2	9.427	9.443	0.557	9.984	58	32	9.592	9.628	0.372	9.964	28
3	9.434	9.450	0.550	9.983	57	33	9.596	9.633	0.367	9.963	27
4	9.440	9.457	0.543	9.983	56	34	9.601	9.638	0.362	9.962	26
5	9.447	9.465	0.535	9.982	55	35	9.605	9.643	0.357	9.962	25
6	9.453	9.472	0.528	9.982	54	36	9.609	9.649	0.351	9.961	24
7	9.460	9.479	0.521	9.981	53	37	9.614	9.654	0.346	9.960	23
8	9.466	9.485	0.515	9.981	52	38	9.618	9.659	0.341	9.959	22
9	9.472	9.492	0.508	9.980	51	39	9.622	9.664	0.336	9.958	21
10	9.478	9.499	0.501	9.979	50	40	9.626	9.669	0.331	9.957	20
11	9.484	9.505	0.495	9.979	49	41	9.630	9.674	0.326	9.956	19
12	9.490	9.512	0.488	9.978	48	42	9.634	9.678	0.322	9.955	18
13	9.496	9.518	0.482	9.978	47	43	9.638	9.683	0.317	9.955	17
14	9.501	9.525	0.475	9.977	46	44	9.642	9.688	0.312	9.954	16
15	9.507	9.531	0.469	9.976	45	45	9.646	9.693	0.307	9.953	15
16	9.513	9.537	0.463	9.976	44	46	9.650	9.698	0.302	9.952	14
17	9.518	9.543	0.457	9.975	43	47	9.653	9.702	0.298	9.951	13
18	9.523	9.549	0.451	9 974	42	48	9.657	9.707	0.293	9.950	12
19	9.529	9.555	0.445	9.974	41	49	9.661	9.712	0.288	9.949	11
20	9.534	9.561	0.439	9.973	40	50	9.664	9.716	0.284	9.948	10
21	9.539	9.567	0.433	9.972	39	51	9.668	9.721	0.279	9.947	9
22	9.544	9.573	0.427	9.972	38	52	9.672	9.726	0.274	9.946	8
23	9.549	9.578	0.422	9.971	37	53	9.675	9.730	0.270	9.945	7
24	9.554	9.584	0.416	9.970	36	54	9.679	9.735	0.265	9.944	6
25	9.559	9.590	0.410	9.969	35	55	9.682	9.739	0.261	9.943	5
26	9.564	9.595	0.405	9.969	34	56	9.686	9.744	0.256	9.942	4
27	9.569	9.601	0.399	9.968	33	57	9.689	9.748	0.252	9.941	3
28	9.574	9.606	0.394	9.967	32	58	9.692	9.753	0.247	9.940	2
29	9.578	9.612	0.388	9.966	31	59	9.696	9.757	0.243	9.939	1
30	9.583	9.617	0.383	9.966	30	60	9.699	9.761	0.239	9.938	0
1^h	cos	cotg	tang	sin	4^h	1^h	cos	cotg	tang	sin	4^h

72. Dreistellige Logarithmentafel.

d) Logarithmen der trigonometrischen Funktionen der in Zeit ausgedrückten Winkel (Schluß).

2^h	sin	tang	cotg	cos	3^h	2^h	sin	tang	cotg	cos	3^h
0^m	9.699	9.761	0.239	9.938	60^m	30^m	9.784	9.885	0.115	9.899	30^m
1	9.702 3	9.766 5	0.234	9.936	59	31	9.787 3	9.889 4	0.111	9.898	29
2	9.705 3	9.770 4	0.230	9.935	58	32	9.789 2	9.893 4	0.107	9.897	28
3	9.709 4	9.774 4	0.226	9.934	57	33	9.792 3	9.897 4	0.103	9.895	27
4	9.712 3	9.779 5	0.221	9.933	56	34	9.794 2	9.901 4	0.099	9.894	26
	3	4					3	3			
5	9.715	9.783	0.217	9.932	55	35	9.797	9.904	0.096	9.892	25
6	9.718 3	9.787 4	0.213	9.931	54	36	9.799 2	9.908 4	0.092	9.891	24
7	9.721 3	9.792 5	0.208	9.930	53	37	9.801 2	9.912 4	0.088	9.889	23
8	9.724 3	9.796 4	0.204	9.928	52	38	9.804 3	9.916 4	0.084	9.887	22
9	9.727 3	9.800 4	0.200	9.927	51	39	9.806 2	9.920 4	0.080	9.886	21
	3	4					2	4			
10	9.730	9.804	0.196	9.926	50	40	9.808 2	9.924 4	0.076	9.884	20
11	9.733 3	9.808 4	0.192	9.925	49	41	9.810 2	9.928 4	0.072	9.883	19
12	9.736 3	9.813 5	0.187	9.924	48	42	9.813 3	9.931 3	0.069	9.881	18
13	9.739 3	9.817 4	0.183	9.922	47	43	9.815 2	9.935 4	0.065	9.879	17
14	9.742 3	9.821 4	0.179	9.921	46	44	9.817 2	9.939 4	0.061	9.878	16
	3	4					2	4			
15	9.745	9.825	0.175	9.920	45	45	9.819	9.943	0.057	9.876	15
16	9.748 3	9.829 4	0.171	9.919	44	46	9.821 2	9.947 4	0.053	9.874	14
17	9.750 2	9.833 4	0.167	9.917	43	47	9.823 2	9.951 4	0.049	9.873	13
18	9.753 3	9.837 4	0.163	9.916	42	48	9.826 3	9.954 3	0.046	9.871	12
19	9.756 3	9.841 4	0.159	9.915	41	49	9.828 2	9.958 4	0.042	9.869	11
	3	4					2	4			
20	9.759	9.845	0.155	9.913	40	50	9.830 2	9.962	0.038	9.868	10
21	9.761 2	9.849 4	0.151	9.912	39	51	9.832 2	9.966 4	0.034	9.866	9
22	9.764 3	9.853 4	0.147	9.911	38	52	9.834 2	9.970 4	0.030	9.864	8
23	9.767 3	9.857 4	0.143	9.909	37	53	9.836 2	9.973 3	0.027	9.862	7
24	9.769 2	9.861 4	0.139	9.908	36	54	9.838 2	9.977 4	0.023	9.861	6
	3	4					2	4			
25	9.772	9.865	0.135	9.907	35	55	9.840 2	9.981	0.019	9.859	5
26	9.774 2	9.869 4	0.131	9.905	34	56	9.842 2	9.985 4	0.015	9.857	4
27	9.777 3	9.873 4	0.127	9.904	33	57	9.844 2	9.989 4	0.011	9.855	3
28	9.779 2	9.877 4	0.123	9.902	32	58	9.846 2	9.992 3	0.008	9.853	2
29	9.782 3	9.881 4	0.119	9.901	31	59	9.848 2	9.996 4	0.004	9.851	1
	2	4					1	4			
30	9.784	9.885	0.115	9.899	30	60	9.849	0.000	0.000	9.849	0

2^h	cos	cotg	tang	sin	3^h	2^h	cos	cotg	tang	sin	3^h

73. Phasenwinkel.

Der Phasenwinkel spielt eine wichtige Rolle bei photometrischen Untersuchungen und Beobachtungen der Planeten, sei es ihres Gesamtlichtes, sei es ihrer Oberflächenelemente. In dem ebenen Dreieck Sonne – Planet – Erde nennt man den Winkel am Planeten den Phasenwinkel α, den man kaum je genauer als auf $\pm 0^{\circ}2$ zu kennen braucht. Zu seiner bequemen Berechnung sind die kurzen Tafeln 73 entworfen, deren vorteilhafte Benutzung den Gebrauch des Rechenschiebers voraussetzt. Sie reichen hin zur Ableitung des Phasenwinkels α für alle oberen Planeten.

Folgende Formel liegt zugrunde. Sei

r der Radiusvektor des Planeten, d. h. sein Abstand von der Sonne,
Δ die Entfernung Planet – Erde,
R der Radiusvektor der Erde, d. h. die Strecke Sonne – Erde (Taf. 73 a),

so hat man

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{1}{2}\sqrt{1-\left(\frac{r-\Delta}{R}\right)^2}}{\sqrt{r\cdot\Delta}}\cdot R$$

Nun tabuliert man die Größe

$$E = \frac{1}{2}\sqrt{1-\left(\frac{r-\Delta}{R}\right)^2}$$

mit dem vom Rechenschieber leicht gelieferten Argument $\frac{r-\Delta}{R}$ (Taf. 73 b), bildet, wiederum am Rechenschieber, $\sqrt{r\cdot\Delta}$ und gewinnt durch eine weitere Einstellung des Schiebers den Wert

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{E}{\sqrt{r\cdot\Delta}}\cdot R\,,$$

mit dem man dem Täfelchen 73 c den gesuchten Winkel α entnimmt.

Beispiel. Juli 18.

r	2.133	$\frac{r-\Delta}{R}$	0.707	$\sin\frac{\alpha}{2}$	0.207
Δ	1.415	E	0.354	α	23°9
R	1.016	$\sqrt{r\cdot\Delta}$	1.738		

73. Phasenwinkel.

a) Radiusvektor R der Erde.

Tag	R	
Jan. 1	0.983	1
11	984	0
21	984	1
31	985	2
Febr. 10	987	2
20	0.989	2
März 2	991	3
12	994	3
22	0.997	3
April 1	1.000	2
11	1.002	3
21	005	3
Mai 1	008	2
11	010	2
21	012	2
31	1.014	1
Juni 10	015	1
20	016	1
30	017	0
Juli 10	017	1
20	1.016	1
30	015	1
Aug. 9	014	2
19	012	2
29	010	3
Sept. 8	1.007	2
18	005	3
28	1.002	3
Okt. 8	0.999	3
18	996	3
28	0.993	2
Nov. 7	991	3
17	988	1
27	987	2
Dez. 7	985	1
17	0.984	1
27	983	0
37	983	

$$\sin\tfrac{1}{2}\alpha = \frac{E}{\sqrt{r \cdot \Delta}} \cdot R$$

b) $E = \frac{1}{2}\sqrt{1 - \left(\frac{r-\Delta}{R}\right)^2}$

$\frac{r-\Delta}{R}$	E		$\frac{r-\Delta}{R}$	E	
0.00	0.500	0	0.80	0.300	7
02	500	0	81	293	7
04	500	1	82	286	7
06	499	1	83	279	8
08	498	1	84	271	8
0.10	0.497	1	0.85	0.263	8
12	496	1	86	255	8
14	495	1	87	247	9
16	494	2	88	238	10
18	492	2	89	228	10
0.20	0.490	2	0.90	0.218	11
22	488	3	91	207	11
24	485	2	92	196	12
26	483	3	93	184	13
28	480	3	94	171	15
0.30	0.477	3	0.950	0.156	8
32	474	4	955	148	8
34	470	4	960	140	9
36	466	4	965	131	9
38	462	4	970	122	11
0.40	0.458	4	975	111	11
42	454	5	0.980	0.100	6
44	449	5	982	094	5
46	444	5	984	089	6
48	439	6	986	083	6
0.50	0.433	6	988	077	7
52	427	6	0.990	0.070	3
54	421	7	991	067	4
56	414	7	992	063	4
58	407	7	993	059	4
0.60	0.400	8	994	055	5
62	392	8	0.995	0.050	5
64	384	8	996	045	6
66	376	9	997	039	7
68	367	10	998	032	10
0.70	0.357	10	999	022	22
72	347	11	1.000	0.000	
74	336	11			
76	325	12			
78	313	13			
0.80	0.300				

c) Sinus des halben Winkels.

$\sin\frac{1}{2}\alpha$	α	
0.00	0°0	11
01	1.1	12
02	2.3	11
03	3.4	12
04	4.6	11
0.05	5.7	12
06	6.9	11
07	8.0	12
08	9.2	11
09	10.3	12
0.10	11.5	11
11	12.6	12
12	13.8	11
13	14.9	12
14	16.1	12
0.15	17.3	11
16	18.4	12
17	19.6	11
18	20.7	12
19	21.9	12
0.20	23.1	11
21	24.2	12
22	25.4	12
23	26.6	12
24	27.8	12
0.25	29.0	11
26	30.1	12
27	31.3	12
28	32.5	12
29	33.7	12
0.30	34.9	12
31	36.1	12
32	37.3	12
33	38.5	13
34	39.8	12
0.35	41.0	12
36	42.2	12
37	43.4	13
38	44.7	12
39	45.9	13
0.40	47.2	

74. Wahrscheinlichkeitsintegral.

Das Wahrscheinlichkeitsintegral

$$\Theta(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$$

besitzt eine große Bedeutung in Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung und in der Physik, z. B. in Refraktions- und Wärmetheorie. Das Integral $\Theta(t)$ ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß ein positiver oder negativer Fehler zwischen die absoluten Grenzen o und t fällt. Bei physikalischen Untersuchungen bleibt der konstante Faktor $\frac{2}{\sqrt{\pi}} = 1.128\,379$ [0.052 455] meist fort.

Die Tafel des Integrals $\Theta(t)$ wird hier mit dem Argument t auf 3 Stellen genau derart gegeben, daß sie für alle stellarstatistischen Zwecke ausreichend und bequem ist.

$$\Theta(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2} dt$$

t	Θ o	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.000	0.011	0.023	0.034	0.045	0.056	0.068	0.079	0.090	0.101
0.1	112	124	135	146	157	168	179	190	201	212
0.2	223	234	244	255	266	276	287	297	308	318
0.3	329	339	349	359	369	379	389	399	409	419
0.4	428	438	447	457	466	475	485	494	503	512
0.5	0.520	0.529	0.538	0.546	0.555	0.563	0.572	0.580	0.588	0.596
0.6	604	612	619	627	635	642	649	657	664	671
0.7	678	685	691	698	705	711	718	724	730	736
0.8	742	748	754	760	765	771	776	781	787	792
0.9	797	802	807	812	816	821	825	830	834	839
1.0	0.843	0.847	0.851	0.855	0.859	0.862	0.866	0.870	0.873	0.877
1.1	880	884	887	890	893	896	899	902	905	908
1.2	910	913	916	918	921	923	925	928	930	932
1.3	934	936	938	940	942	944	946	947	949	951
1.4	952	954	955	957	958	960	961	962	964	965
1.5	0.966	0.967	0.968	0.970	0.971	0.972	0.973	0.974	0.975	0.975
1.6	976	977	978	979	980	980	981	982	982	983
1.7	984	984	985	986	986	987	987	988	988	989
1.8	989	990	990	990	991	991	991	992	992	992
1.9	993	993	993	994	994	994	994	995	995	995
2.0	0.995	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.997	0.997	0.997
2.1	997	997	997	997	998	998	998	998	998	998
2.2	998	998	998	998	998	999	999	999	999	999
2.3	999	999	999	999	999	999	999	0.999	0.999	0.999
2.4	999	999	999	999	999	999	999	1.000	1.000	1.000

2.5	0.999 59	3.0	0.999 978
2.6	999 76	3.1	999 988
2.7	999 87	3.2	999 994
2.8	999 92	3.3	999 997
2.9	999 96	3.4	999 998
3.0	0.999 978	3.5	0.999 999
		3.6	1.000 000

Alphabetisches Register.

Angegeben sind die Seitenzahlen.

Aberration in Distanz 27, 150.
Aberration in Positionswinkel 27, 149.
Aberrationskonstante 55.
Abplattung der Erde 28, 34.
Abplattung der Erde, Verbesserung einer Monddistanz wegen — 16, 131.
Additions- und Subtraktionslogarithmen 221.
Anomalie, exzentrische, in der Ellipse 44, 209.
Anomalie, wahre, in der Ellipse 209.
Anomalie, wahre, in der Parabel für große Anomalieen 40, 41, 177.
Anomalie, wahre, in parabelnahen Bahnen 42, 178.
Anomalie, wahre, in der parabolischen Bewegung 40, 174.
Apheldistanz 212.
Äquatorkonstanten, Gaußsche 210.
Äquatorradius der Erde 28, 55.
Astronomische Konstanten 55, 196.
Auf- und Untergang, Refraktion bei — 5.
Ausdehnungskoeffizient der Luft 35.
Ausdehnungskoeffizienten, lineare 35, 162.
Ausgleichungsrechnung 56, 198.
Azimut aus Distanzmessung 200.
Azimut für ein beliebiges Gestirn (Zeitazimut) 11, 115.
Azimut des Polarsterns 10, 111, 113.
Azimut, Sphäroidische Übertragung in — 29, 30, 154.
Azimutberechnung 200.

Bahnlage, Umwandlung der — 211.
Bahnverbesserung für große Exzentrizitäten (Th. v. Oppolzer) 51.
Barkersche Tafel 40.
Barometerskalen, Verwandlung der — 86.
Barometrische Höhenmessung 35, 163.
Barometrische Höhenmessung, logarithmische Rechnung 38, 169.
Barometrische Höhenmessung, Näherungsformel 37, 168.
Barometrische Höhenmessung, verschiedene Konstanten der Laplaceschen Formel 35, 38.
Beobachtungsfehler, Theorie der — 55, 197.
Besselsche Refraktion 6, 90; genäherte Formel 15.
Bessels Interpolationsformel 53, 193.
Bogenmaß in Zeitmaß 75.
Breite aus Polariszenitdistanzen 9, 107.
Breite, Sphäroidische Übertragung in — 29, 30, 154.
Breitenbestimmung 199.

Deklination der Sonne 65.
Dezimalteile des Tages 79.
Differenzialquotienten für große Exzentrizitäten (Th. v. Oppolzer) 51, 191.
Differenzialquotienten in der Parabel 49, 188.
Differenzielle Präzession in Positionswinkel 26, 146.
Differenzielle Präzession in Rektaszension und Deklination 26, 139.
Distanz, Aberration in — 27, 150.
Distanz, Berechnung der scheinbaren — zweier Gestirne aus AR und Decl. 20.
Distanz naher Sterne 24, 135.
Distanz, Refraktion in — 7, 15.

Elementenkorrektionen, Übergang auf die — 50.
Elfords Methode (Monddistanzen) 14.
Ellipsoidische Erdfigur 28, 152.
Enckes f-Tafel 48, 187.
Erde, Abplattung 28, 34.
Erde, Äquatorradius 28, 55.
Erde, Dimensionen 34, 160.
Erde, Radiusvektor der Bahn 231.
Erdfigur, ellipsoidische 28, 152.
Erdoberfläche, Flächenwert 160.
Erdoberfläche, Formel 34.
Erdquadrant, Formel 34.
Erdquadrant, Länge 160.
Erdradius 152.
Erdradius, Verbesserung wegen Seehöhe 28.
Erster Vertikal, Stundenwinkel und Zenitdistanz 5, 82, 84.
Eulersche Gleichung 45, 183.
Extinktion 61, 218.

Exzentrische Anomalie für e < 0.25 44, 182.
Exzentrische Anomalie für e < 0.6 44, 182.
Exzentrizitätswinkel der Erdbahn 55.

f-Tafel, Enckes 48, 187.
Fehleranzahl 58.
Fehlerrechnung 55, 197.
Fehlerverteilung 58.
Feuchtigkeit bei barometrischer Höhenmessung 36, 164.

Gaußsche Äquatorkonstanten 210.
Gaußsche Fehlerverteilung 58.
Gaußsche Tafel der wahren Anomalie in der Parabel 40.
Geodätische Linie 31.
Geozentrische Breite 28, 152.
Geozentrischer Ort 210.
Geozentrische Zeit 62, 220.
Grade und Minuten, Verwandlung in Sekunden 89.
Greenwichzeit aus Monddistanzen 20.
Größenklassen, photometrische 61, 219.
Große Planeten, Massen 49.
Große Planeten, Störungsfaktoren 49.

Halbe Tagbogen 80.
Heliozentrische Koordinaten 210, 212.
Heliozentrischer Ort 212.
Heliozentrische Zeit 62, 220.
Höhe, Berechnung der scheinbaren — aus φ, δ, t 18, 199.
Höhenazimut 200.
Höhenformel 18, 199.
Höhenmessung, barometrische 35, 163.
Höhenparallaxe des Mondes 127.
Höhenparallaxe der Planeten 106.
Höhenparallaxe, Verbesserung der — des Mondes 19.
Höhenparallaxe der Sonne 106.
Horizontalparallaxe des Mondes, Korrektion der — 14.

Jahresanfang, Verbesserung wegen — 3, 74.
Immerwährende Sonnenephemeride 3, 65.
Intensitäten, photometrische 61, 219.
Interpolation 53.
Interpolation in die Mitte 54.
Interpolation nach Bessel 53, 193.
Interpolation nach Newton 53, 194.
Interpolationsfaktoren für Minutenteilung 33, 158.
Julianische Periode 39, 172.
Julianisches Jahr 196.

Keplersche Gleichung, Auflösung der — 44, 182.
Kimmtiefe 7, 99.
Kimmtiefe, Verbesserung wegen Temperatur 8, 99.
Konstanten, astronomische 55, 196.
Konstanten der barometrischen Höhenmessung 35, 38.
Konstanten, mathematische 196.
Koordinaten, Verwandlung der — 209.

Länge, Berechnung aus Monddistanzen 20.
Länge, scheinbare, der Sonne 62, 220.
Länge, sphäroidische Übertragung in — 29, 30, 154.
Längenbestimmung 204.
Laplacesche Formel der barometrischen Höhenmessung 35.
Lichtgeschwindigkeit 55, 196.
Lichtjahr 196.
Logarithmen, dreistellige 221, 222.
Logarithmentafeln, empfehlenswerte V.
Luft, Ausdehnungskoeffizient 35.
Luftdruck und Siedetemperatur des Wassers 39.

m-Tafel 8, 100.
Massen der großen Planeten 49.
Maßvergleichungen 34, 162.
Mathematische Konstanten 196.
Meridian, Reduktion in Zenitdistanz auf den — 8, 100.
Meridianbogen vom Äquator bis zur Breite φ 33, 157.
Meridianquadrant der Erde, Formel 34.
Methode der kleinsten Quadrate 55, 197, 198.
Mittlere Refraktion 90.
Mittlere Zeit in Sternzeit 77.
Mond, Höhenparallaxe 127.
Mond, Verbesserung der Höhenparallaxe 18, 19.
Monddeklination, Reduktion auf den Normalpunkt 18.
Monddistanz 13.
Monddistanz, Ableitung der Greenwichzeit für eine — 19, 20.
Monddistanz, Ableitung der scheinbaren — 19.
Monddistanz, Einstellung eines Mondkraters 21.
Monddistanz, IV. Korrektion 15, 128.
Monddistanz, V. Korrektion 16, 130.
Monddistanz, VI. Korrektion (Verbesserung wegen Erdfigur) 16, 131.
Monddistanz, VII. Korrektion (Verbesserung wegen Sonnenparallaxe) 16, 132.
Monddistanz, Fehlereinflüsse 21.
Monddistanz, genäherte Reduktion 21, 133.
Monddistanz, Genauigkeit 13.
Monddistanz, Reduktion auf den Erdmittelpunkt 19.
Monddistanz, Reduktion einer — 17.
Monddistanz, Verbesserung wegen Abplattung 16, 131.

Monddistanz, Verbesserung wegen Gestirnsparallaxe 16, 132.
Mondparallaxe, Reduktion der — 121.
Mondradius, parallaktische Vergrößerung 14, 120.
G. Müllers Extinktion 61, 218.

n-Tafel 8, 100.
Newtons Interpolationsformel 53, 194.
Normalpunkt des Beobachtungsortes 15.
Normalzeiten der wichtigeren Länder 161.

Oberfläche der Erde 34, 160.
Oppolzersche Hilfsgrößen 51, 191.
Ortsbestimmung, Formeln 199.

Parabel, wahre Anomalie in der — 40, 174, 177.
Parallaktische Faktoren 33, 159.
Parallaktische Glieder in Monddistanz 15, 16, 128, 130.
Parallaktischer Winkel am Gestirn (Formeln) 13, 14, 115.
Parallaxe in Rektaszension und Deklination 34, 159.
Parallaxe, mittlere, der Sonne 3, 55.
Parallaxe, Verbesserung einer Monddistanz wegen — des Gestirns 16, 17, 132.
Perihelzeit in parabelnahen Bahnen 43, 181.
Periode, Julianische 39, 172.
Perrins A-B-C-Tafel 12.
Phasenwinkel 230, 231.
Photometrische Größenklassen 61, 219.
Photometrische Intensitäten 61, 219.
Planeten, Höhenparallaxe 106.
Planeten, Massen der großen — 49.
Planeten, Störungsfaktoren der großen — 49.
Plato, Wallebene auf der Mondoberfläche, selenographische Koordinaten 21.
Polaris, Azimut 10, 111, 113.
Polaris, Polhöhe 9, 107.
Polhöhe aus Zenitdistanzen von Polaris 9, 107.
Polhöhenbestimmung 199.
Positionswinkel, Aberration in — 27, 149.
Positionswinkel, Präzession in — 26, 146.
Präzession, differenzielle, in AR und Dekl. 26, 139.
Präzession, genaue Berechnung für verschiedene Äquinoktien 24, 25, 138.
Präzession in Deklination 24, 137.
Präzession in Positionswinkel 26, 146.
Präzession in Rektaszension 24, 136.

Quecksilberbarometer, Reduktion auf 0^0 87.

Radaus Refraktion 59, 213.
Radiusvektor in der Ellipse 209.
Radiusvektor in der Parabel 40, 174.
Radiusvektor in parabelnahen Bahnen 42, 178.
Radiusvektor der Sonne 65, 231.
Reduktion auf den Meridian 8, 100.
Reduktion auf die Sonne 62, 220.
Reduktion des Quecksilberbarometers auf 0^0 87.
Reduktion der Sternzeit im mittleren Mittag 77.
Refraktion (Bessel-Gyldén) 5, 6, 90.
Refraktion als Funktion der wahren Zenitdistanz 6, 97.
Refraktion in Distanz für beliebige Abstände 15, 122, 123, 124.
Refraktion im Tagbogen 5.
Refraktion bei Okkultationsphänomenen 59, 207.
Refraktion nach Radau 59, 213.
Refraktion, Verbesserung wegen Luftdruck 92, 95, 126, 217.
Refraktion, Verbesserung wegen Lufttemperatur 91, 96, 125, 215, 216.
Refraktion, logarithmische Formel 5, 93.
Refraktion für Mikrometermessungen 6, 7, 98.
Refraktion, Verkürzung des Sonnen- und Mondradius durch — 121.
Refraktionstafel, logarithmische 5, 93.
Rektaszension der Sonne 65.

Sättigungsdrucke des Wasserdampfes 39, 171.
Scheinbare Sonnenlänge 62.
Schönfeldsche Hilfsgrößen 49
Schreibers Hilfsgrößen (1) und (2), Nachweis von Tafeln 31.
Schwerekorrektion für Quecksilberbarometer 35, 163, 167.
Seehöhe, Verbesserung des $\log \varrho$ wegen — 28
Sehne in der Parabel 45, 183.
Sektor zu Dreieck in der Ellipse 46, 184, 186.
Sektor zu Dreieck in der Hyperbel 46, 184, 186.
Sektor zu Dreieck in der Parabel 45, 183.
Siderisches Jahr, Änderung 55, 196.
Siedepunkte des Wassers und atmosphärischer Druck 39, 171.
Sonne, Deklination 65.
Sonne, Höhenparallaxe 106.
Sonne, mittlere Horizontalparallaxe 55.
Sonne, Radiusvektor der Bahn 65, 231.
Sonne, Rektaszension 65.
Sonnenephemeride 3, 65.
Sonnenhöhe, Stundenwinkel der größten — 9, 105.
Sonnenlänge 62, 220.
Sonnenparallaxe 3, 55, 74.
Sonnenparallaxe, mittlere 3, 55.
Sonnenradius 3, 65.
Sonnenradius, mittlerer 3.
Sonnentafeln (Stürmers) 4.
Spezielle Störungen 48.

Sphäroidische Übertragung von Breiten, Längen und Azimuten 29, 154.
Sphäroidische Übertragung, maximale Korrektionsglieder 31.
Sternbedeckung 204.
Sternzeit im mittleren Mittag 65, 77.
Sternzeit in mittlere Zeit 78.
Sternzeit, Reduktion der — im mittleren Mittag 77.
Störungen in den rechtwinkligen Koordinaten 48.
Störungsfaktoren der großen Planeten 49.
Stunden, Minuten, Sekunden in Dezimalteile des Tages 79.
Stundenwinkel im Ersten Vertikal 5, 82.
Stundenwinkel der größten Sonnenhöhe 9, 105

Tafeln 63.
Tag, Dezimalteile des — 79.
Tagbogen 4, 5, 80.
Tägliche Bewegung der Erde in der Bahn 55.
Temperatur bei barometrischer Höhenmessung 36.
Theoretische Astronomie, Formeln zur — 209.
Thermometerskalen, Verwandlung der — 86.
Tietjens Methoden für die Keplersche Gleichung 44, 182.
Transformation der Bahnlage 211.
Trigonometrische Funktionen, Logarithmen der — 224.
Tropisches Jahr, Änderung 55, 196.

Umlaufszeit 212.

Vergrößerung des Mondradius 14, 120.
Verhältnis Sektor zu Dreieck in der Parabel 45, 183.
Verhältnis Sektor zu Dreieck in Ellipse und Hyperbel 46, 184, 186.
Verkürzung des Sonnen- und Mondradius durch Refraktion 121.
Verwandlung von Graden und Minuten in Sekunden 89.
Verwandlung von Koordinaten 209.

Wahre Anomalie in der Ellipse 209.
Wahre Anomalie in der Parabel 40, 174.
Wahre Anomalie in der Parabel für große Anomalieen 40, 41, 177.
Wahre Anomalie in parabelnahen Bahnen 42, 178.
Wahrscheinlichkeitsintegral 232.
Wasserdampf, Sättigungsdrucke 39, 171.

Zeitazimut 11, 12, 115, 200.
Zeitbestimmung 199.
Zeitgleichung 65.
Zeitmaß in Bogenmaß 76.
Zeitreduktion auf die Sonne 62, 220.
Zenitdistanz, Berechnung aus φ, δ, t 18, 199.
Zenitdistanz im Ersten Vertikal 5, 84.
Zirkummeridianhöhen 8, 100.
Zirkummeridianzenitdistanzen 8, 100.
Zonenzeiten 161.

Druck der Königl. Universitätsdruckerei H. Stürtz A. G. Würzburg.

Die Landmessung. Ein Lehr- und Handbuch. Von Dr. **C. Bohn,** Professor der Physik und Vermessung an der Kgl. Bayr. Forstschule in Aschaffenburg. Mit 370 in den Text gedruckten Holzschnitten und 2 lithographierten Tafeln. 1886. Preis M. 22.—; geb. M. 23.20

Die stereoskopische Meßmethode in der Praxis. Von **Paul Seliger,** Vermessungsdirigent in der Kgl. Preußischen Landes-Aufnahme. I. Teil. Mit 111 Textfiguren. 1911. Preis M. 7.—; gebunden M. 8.—

Die Theorie der Beobachtungsfehler und die Methode der kleinsten Quadrate mit ihrer Anwendung auf die Geodäsie und die Wassermengen. Von Professor **Otto Koll,** Geheimer Finanzrat und vortragender Rat im Kgl. Preuß. Finanzministerium. Zweite Auflage. Mit in den Text gedruckten Figuren. 1901.
Preis M. 10.—; gebunden M. 11.20

Grundzüge der astronomischen Zeit- und Ortsbestimmung. Von Dr. **W. Jordan,** Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten. 1885. Preis M. 10.—

Wilhelm Olbers. Sein Leben und seine Werke. Im Auftrage der Nachkommen herausgegeben von Dr. **C. Schilling.** Erster Band: Gesammelte Werke. Mit dem Bildnis Wilhelm Olbers. 1894. Preis M. 16.—
Zweiter Band: Briefwechsel zwischen Olbers und Gauß. Mit Bewilligung der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen veröffentlicht. Erste Abteilung. 1900. Preis M. 16.—
Zweite Abteilung. 1909. Preis M. 16.—

Neue Reduktion der von Wilhelm Olbers im Zeitraum von 1795—1831 auf seiner Sternwarte in Bremen angestellten Beobachtungen von Kometen und kleinen Planeten. Nach den Originalmanuskripten berechnet von **Wilhelm Schur** und **Albert Stichtenoth.** Mit 3 Abbildungen im Text und 1 Titelbild. (Ergänzungsband zu „Wilhelm Olbers Leben und Werke".) 1899. Preis M. 4.—

Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems. Aufstellung einer neuen Theorie nach vorhergehender Kritik der Theorien von Kant, Laplace, Poincaré, Moulton, Arrhenius u. a. Von Dr. **Friedrich Nölke.** Mit 3 Textfiguren. 1908. Preis M. 6.—

Sternverzeichnis, enthaltend alle Sterne bis zur 6.5ten Größe für das Jahr 1900.0. Bearbeitet auf Grund der genauen Kataloge und zusammengestellt von J. und K. Ambronn. Mit einem erläuternden Vorwort versehen und herausgegeben von Dr. **L. Ambronn,** Professor der Astronomie an der Universität Göttingen. Mit 2 Zahlentafeln. 1907.
Preis gebunden M. 10.—

Handbuch der Astronomischen Instrumentenkunde. Eine Beschreibung der bei astronomischen Beobachtungen benutzten Instrumente sowie Erläuterung der ihrem Bau, ihrer Anwendung und Aufstellung zugrundeliegenden Prinzipien. Von Dr. **L. Ambronn,** Professor an der Universität und Observator an der kgl. Sternwarte in Göttingen. Zwei Bände. Mit 1185 in den Text gedruckten Figuren. 1899.
In zwei Bände gebunden Preis M. 60.—

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%.

Geschichte der Astronomie während des neunzehnten Jahrhunderts. Gemeinfaßlich dargestellt von **A. M. Clerke.** Autorisierte deutsche Ausgabe von H. Maser. 1889. Preis M. 10.—

Die Theorie der optischen Instrumente. Bearbeitet von Mitarbeitern an der optischen Werkstätte von Carl Zeiß. Erster Band: Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkte der geometrischen Optik. Bearbeitet von den wissenschaftlichen Mitarbeitern an der optischen Werkstätte von Carl Zeiß: P. Culmann, S. Czapski, A. König, F. Löwe, M. von Rohr, H. Siedentopf, E. Wandersleb. Herausgegeben von **M. von Rohr.** Mit 133 Abbildungen im Text. 1904. Preis M. 18.—; gebunden M. 19.50

Lehrbuch der geometrischen Optik. Von **R. S. Heath.** Deutsche autorisierte und revidierte Ausgabe von R. Kanthack. Mit 155 in den Text gedruckten Figuren. 1894. Preis M. 10.—

Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen. Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage unter Mitwirkung hervorragender Chemiker und Physiker und mit Unterstützung der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften herausgegeben von Dr. **Richard Börnstein,** Professor der Physik an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, und Dr. **Walther A. Roth,** a. o. Professor der physikal. Chemie an der Universität zu Greifswald. Mit dem Bildnis H. Landolts. 1912. Preis gebunden M. 56.—

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. Zur Einführung in das Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie. Von Professor Dr. **Moritz Schlick.** 1917. Preis M. 2.40

Die Grundlagen der Einsteinschen Gravitationstheorie. Von **Erwin Freundlich.** Mit einem Vorwort von Albert Einstein. Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage. 1917. Preis M. 3.60

Raum, Zeit, Materie. Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie von Professor Dr. **Hermann Weyl,** Zürich. Mit etwa 13 Textabbildungen. In Vorbereitung.

Die Atomionen chemischer Elemente und ihre Kanalstrahlen-Spektra. Von Dr. **J. Stark,** Professor der Physik an der Technischen Hochschule Aachen. Mit 11 Figuren im Text und auf einer Tafel. 1913. Preis M. 1.60

Zur Krise der Lichtäther-Hypothese. Von Professor Dr. **P. Ehrenfest.** 1913. Preis M. —.60

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%.

209858 Astron.
Tables
W.

Author Wirtz, Carl Wilhelm

Title Tafeln und Formeln.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU